Пролетарии всех стран, соединяйтесь!

РАДИО

ИЗДАЕТСЯ С 1924 ГОДА

№ 5 1985

Ежемесячный научно-популярный радиотехнический журнал

Орган Министерства связи СССР и Всесоюзного ордена Ленина и ордена Красного Знамени добровольного общества содействия армии, авиации и флоту

Адрес редакции: 123362, Москва, Д-362, Волоколамское шоссе, 88, строение 5
Телефоны: для справок (отдел писем) — 491-15-93;
отделы:
пропаганды, науки и радиоспорта — 491-67-39, 490-31-43;
радиоэлектроники — 491-28-02;
бытовой радиоаппаратуры и измерений — 491-85-05;
«Радио» — начинающим — 491-75-81.

Издательство ДОСААФ СССР

Г-80724 Сдано в набор 5/III—85 г. Подписано к печати 18/IV—1985г. Формат 84×108 1/16. Объем 4,25 печ. л., 7,14 усл. печ. л., бум. 2. Тираж 1 112 000 экз. Зак. 848. Цена 65 к.

Ордена Трудового Красного Знамени Чеховский полиграфический комбинат ВО «Союзполиграфпром» Государственного комитета СССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли
г. Чехов Московской области

В НОМЕРЕ:

Первая и четвертая страницы обложки рис. Б. Каплуненко.



НАШ «КРУГЛЫЙ СТОЛ»

Победители

Победители! Так советские люди с ордостью и любовью называют солдат еликой Отечественной. Это они 40 лет азад кровью своей и потом добыли обеду над сильным, коварным и злобым врагом, вероломно напавшим на ашу Родину.

Никогда из памяти человеческой не згладится великий подвиг советского олдата, прошедшего труднейшими доогами войны и водрузившего Знамя обеды над поверженным Берлином. Это была великая Победа великого арода, к которой долгих четыре года ли и фронт, и тыл, за которую в мертельной схватке с фашизмом муественно и самоотверженно, не щадя изни, сражались пехотинцы, танкисты, етчики, артиллеристы, моряки.

Свой вклад, гигантский ратный труд если в достижение Победы и военые связисты. Все 1418 дней войны ни — солдаты связи — были на пееднем крае, в обороне и наступлении, тылу у врага и в партизанских рядах.

В канун 40-летия Великой Победы в дной из старейших частей войск связи оветских Вооруженных Сил за «кругым столом» журнала «Радио» собраись военные связисты — участники ерлинской операции, чтобы вспомнить ылые походы, поделиться с молодежью оими воспоминаниями. Это были руоводители и организаторы связи проавленных армий, радисты, чьи озывные звучали в дни штурма Берна с его улиц и площадей, кто тречался с союзниками на Эльбе, о шел на выручку восставшей Праге.

Вел встречу за «круглым столом» журала «Радио» Начальник связи Вооруенных Сил СССР маршал войск свя- Андрей Иванович Белов, которого едакция попросила взять на себя ункции председательствующего.

Андрей Иванович Белов — активный астник крупнейших сражений Велиой Отечественной войны. Он был начальником связи 3-го гвардейского механизированного корпуса, который дрался под Сталинградом, на Курской дуге, освобождал Белоруссию и Прибалтику. Закончил войну А. И. Белов на Дальнем Востоке.

В зале звучит символическая поверка. Ее проводит Герой Советского Союза генерал-лейтенант М. К. Пилипенко — бывший военный радист, боевой путь которого начался под Москвой. Он прошел через Сталинград, Огненную дугу, сражался на Днепре, участвовал в Корсунь-Шевченковской операции.

Одним из первых Пилипенко называет имя бывшего начальника связи 5-й ударной армии — Вениамина Васильевича Фалина. И в ответ звучит: «Здесь!».

— Московские радиолюбители,— продолжает читать список Пилипенко,— впоследствии радисты-добровольцы, ушедшие на фронт из казарм части, где мы сегодня находимся, и закончившие войну в Берлине, товарищи Золотаревский, Сильвицкий, Либин, Смирнов — здесь?

И снова звучит короткое: «Здесь!».

А. И. Белов:

— Минуло четыре десятилетия, но не померкли славные дела фронтовых связистов. Не было ни одной операции, ни одного боя, где бы связисты не внесли свою заметную лепту в общую победу.

Это блестяще подтвердила Берлинская операция, как и предшествующая ей Висло-Одерская, которые с полным основанием называют венцом советского военного искусства, и которые привели к полному краху гитлеровского рейха.

По своим масштабам, размаху, привлеченным силам и средствам — Берлинской операции нет равных. В составе 2-го и 1-го Белорусских фронтов, 1-го Украинского сражалось 2500 тыс. человек. Было задействовано около 50 тыс. орудий и минометов, более 6 тыс. танков и САУ, 7,5 тыс. самолетов. И то, что эта сила действовала четко, как единый хорошо отлаженный механизм, во многом заслуга связистов.

...16 апреля, 5.00 московского времени. По всем сетям и направлениям связи прошли короткие, как выстрел, команды: «Огонь!» Тысячи орудий, минометов, реактивных установок — легендарных «Катюш» обрушили на врага невиданной силы удар.

А. И. Белов:

— Устойчиво и надежно в течение всей операции работали радио- и проводная связь. Например, штаб 1-го Белорусского фронта имел телеграфную связь по Бодо с Генеральным штабом, соседними фронтами, со всеми своими армиями. Руководил связью фронта талантливый организатор генерал-лейтенант П. Я. Максименко.

Хорошо развитая сеть связи была организована и в полосе наступления 1-го Украинского фронта. Здесь связью руководил генерал-лейтенант И. Т. Булычев. Он — старейшина военных связистов, участник гражданской и Отечественной войн, был начальником связи Резервного, Калининского, 1-го Прибалтийского, а на заключительном этапе войны — 1-го Украинского фронта. Ему и первое слово.

— Я коснусь роли радиосвязи в Берлинской операции,— начал свой рассказ Иван Тимофеевич.— Она вступила в действие с началом артиллерийской подготовки, и нагрузки на нее все время возрастали. Это и понятно, темп наступления был весьма высок — 20—25 километров в сутки проходили общевойсковые соединения, 40—50 — танковые армии.

...18 апреля армии 1-го Украинского фронта форсировав Нейсе, успешно продвигались на Запад. Ставка дала директиву И. С. Коневу — повернуть 3-ю и 4-ю гвардейские танковые армии на Берлин для удара по нему с юга.

— Радио,— продолжал И. Т. Булычев,— часто становилось основным средством связи. Так, например, было, когда 3-я гвардейская танковая армия, которой командовал П. С. Рыбалко, вырвалась вперед и пробивалась с юга к Берлину. Из-за ожесточенного сопротивления гитлеровцев у Цоссена темп наступления упал и тогда последовала радиограмма: «Тов. Рыбалко... приказываю: рубеж Барут — Букенвальде через болота переходить по нескольким маршрутам развернутым боевым порядком... Конев. 20.4.45 г.».

Маршал войск связи А. И. Белов.



Вскоре, развернувшись в боевой порядок, танкисты Рыбалко уже дрались на южных окраинах Берлина. Командующий фронтом имел с ними, как и с 4-й гвардейской танковой армией Д. Д. Лелюшенко, устойчивую радиосвязь. По радио мы и получили первое сообщение о том, что 6-й гвардейский механизированный корпус армии Д. Д. Лелюшенко встретился с частями 1-го Белорусского фронта, с 328-й стрелковой дивизией 47-й армии и частями 2-й гвардейской танковой армии.

...25 апреля замкнулось кольцо вокруг Берлина. 500-тысячный гарнизон в результате смелых и согласованных действий частей и соединений 1-го Украинского и 1-го Белорусского фронтов попал в окружение.

А. И. Белов:

— Отлично проявили себя при окружении Берлина связисты 47-й армии. Среди нас присутствует бывший заместитель начальника связи по радио полковник в отставке Иван Ефимович Новоченко.

— Каждый радист 47-й армии,— говорит И. Е. Новоченко,— участвовавший в битве за Берлин, наверняка отлично помнит сражение за Потсдам, где нам предстояло встретиться с войсками 1-го Украинского фронта. Была тщательно продумана и организована радиосеть взаимодействия. Мы тогда называли ее «радиосетью встречи» или «сетью встречного взаимодействия». Постоянные контакты по радио исключали огонь по своим, помогали согласовывать удары по врагу.

...С 25 апреля в окруженном Берлине советские войска вели решительные бои за центр города.

А. И. Белов:

— В штурме Берлина командующий 1-м Белорусским фронтом Г. К. Жуков важное место отводил 5-й ударной армии, которой командовал талантливый военачальник генерал-полковник Н. Э. Берзарин. На армию была возложена ответственная задача — овладеть районом правительственных кварталов, в том числе Имперской канцелярией, где была ставка Гитлера. О боевых делах связистов в эти исторические дни попросим поделиться своими воспоминаниями бывшего начальника связи 5-й ударной армии Вениамина Васильевича Фалина. Это один из самых заслуженных организаторов фронтовой связи. В. В. Фалин награжден орденом Ленина, тремя орденами Красного Знамени, орденами Кутузова, Богдана Хмельницкого, Отечественной войны.

— К Берлинской операции, к штурму столицы гитлеровского рейха,— рассказал В. В. Фалин,— связисты нашей армии подготовились с особой тщательностью. Они выполняли поставленную перед ними задачу — обеспечить надежную связь при высоких темпах наступления.

Мужественно, умело, самоотверженно действовали связисты армии, участвуя в боях в центре города. Ярким примером для каждого связиста стал подвиг сержанта И. С. Антипенко. Восстанавливая связь батальона с наступающими ротами, он был ранен, но в госпиталь не ушел, а продолжал обеспечивать связь своему комбату. Новый обрыв — и снова связист на линии. Когда Антипенко сращивал концы кабеля, он был вторично ранен. Истекая кровью, сержант продолжал выполнять боевое задание. Лишь устранив повреждение, пополз к КП. Там и скончался отважный воин. Много крови потерял. Сержанту И. С. Антипенко посмертно было присвоено звание Героя Советского Союза.

Части и подразделения, штурмовые группы нашей армии во время уличных боев широко использовали радиосвязь.

...29 и 30 апреля дивизии 3-й ударной армии, ломая сопротивление гитлеровцев, приближались к рейхстагу. Днем 30 апреля штурмовые батальоны ворвались в нижние этажи здания. Шел упорный бой за каждый этаж. В 21 ч. 50 мин. сержант М. А. Егоров и младший сержант М. В. Кантария водрузили Знамя Победы над рейхстагом. По специальной ультракоротковолновой радиосети «рейхстаг» ушел доклад об этом историческом событии.

А. И. Белов:

— Трудно переоценить роль радио на всех этапах битвы за Берлин. Наши историки подсчитали, что только в войсках 1-го Белорусского фронта во время Берлинской операции работало 13 тыс. радиостанций. Многие из них использовались в радиосетях танковых войск. Об этом расскажет нам старший помощник начальника связи по радио 2-й гвардейской танковой армии Владимир Федорович Ширяев.

— Наша армия,— говорит Владимир Федорович,— обходила Берлин с севера, чтобы соединиться с танкистами 4-й гвардейской танковой армии. Наш командующий С. И. Богданов во время всей операции не только имел постоянную связь с бригадами, но и мог постоянно связываться с вырвавшимися вперед танковыми батальонами, которые устремились навстречу танкистам, наступавшим на Берлин с юга.

О стремительности нашего продвижения говорит такой эпизод. В полосе действий армии оказался один из крупнейших радиоцентров гитлеровской Германии — Науэн. Мне приказали с группой танкистов и связистов внезапным ударом захватить его. Когда мы ворвались в помещение радиоцентра, вся аппаратура еще работала, а в аппаратном журнале за несколько минут до нашего появления были сделаны последние записи. Гитлеровские радисты работали с Ватиканом и Аргентиной...






Участники беседы за «круглым столом» (слева направо): М. К. Пилипенко, Т. Булычев, И. Е. Новоченко, В. В. Фалин.

А. И. Белов:

— Читателям журнала «Радио» будет, очевидно, интересно узнать, что генерал Ширяев один из многих довоенных коротковолновиков, которые блестяще зарекомендовали себя в Берлинской операции.

От радиолюбителя до крупного руководителя военной связи — таков путь и другого участника нашего «круглого стола» бывшего заместителя начальника связи по радио 3-й гвардейской танковой армии полковника запаса М. А. Лившица.

Интересен опыт связистов армии по использованию трофейной радиоаппаратуры, сохранившихся линий стационарной кабельной сети. Успешно справились связисты армии и с нелегкой задачей по обеспечению надежной связи, когда танковые колонны совершали стремительный переход, спеша на помощь восставшей Праге.

— Мы шли по горным дорогам,— вспоминает М. А. Лившиц,— а наши приемники, настроенные на захваченные восставшими радиовещательные станции Праги, принимали призывы о помощи. Об этом я каждый раз докладывал П. С. Рыбалко. Он тут же связывался с командирами идущих впереди танковых бригад и приказывал им ускорить движение, хотя знал, что они и так торопятся. На рассвете 9 мая наши части ворвались в город, и район за районом очищали его от гитлеровцев.

Около часа дня поступил запрос от маршала И. С. Конева. Командующий фронтом просил немедленно сообщить — полностью ли освобождена Прага. Готовился салют в честь освобождения города, а по данным авиаразведки в некоторых районах еще шли бои. Отвечать пришлось мне и начальнику оперативного отдела штаба, который был рядом, так как ни командарма, ни члена Военного совета в штабе не было. Мы посмотрели вокруг — наши танкисты, да и сами мы буквально попали в окружение ликующих людей. Объятия, рукопожатия, слезы. На руках у танкистов — дети. И мы доложили маршалу Коневу, что Прага освобождена. А через пять минут штаб фронта сообщил: «Слушайте, скоро передадут приказ Верховного Главнокомандующего».

А. И. Белов:

— В боях за Берлин, как и в период всего заключительного этапа войны, отлично действовали наши военно-воздушные силы, четко взаимодействуя с наступающими войсками. И в этом была немалая заслуга связистов воздушных армий. Я с удовольствием предоставляю слово бывшему заместителю начальника связи 2-й воздушной армии генерал-лейтенанту в отставке Ростиславу Сергеевичу Терскому.

— Если коротко сформулировать нашу задачу,— сказал Р. С. Терский,— в Берлинской операции нам нужно было организовать управление трехтысячной армадой самолетов: истребителей, штурмовиков, бомбардировщиков, разведывательных самолетов, которые обеспечивали с воздуха прорыв обороны противника, развитие стремительного наступления войск фронта и штурм Берлина. Командиры авиационных соединений находились на командных пунктах общевойсковых и танковых армий, корпусов и дивизий. Они имели радиосвязь со своими штабами и аэродромами, вызывали авиацию на поле боя и управляли ею по радио. Кроме того, в ходе наступления управление авиацией и наведение ее на конкретные наземные и воздушные цели осуществляли наши представители, которые действовали в боевых порядках наступающих наземных войск. При такой организации связи буквально каждый самолет 2-й воздушной армии, в какой бы точке воздушного пространства он ни находился, был управляем. О чем еще мог мечтать авиационный связист!

А обеспечивали эту возможность наши замечательные радисты, такие, как присутствующий здесь бывший начальник связи авиационной эскадрильи, стрелок-радист В. И. Харченко. Он не только отличный специалист связи, но и смелый воздушный боец. Харченко лично сбил четыре самолета врага. Он награжден двумя орденами Красного Знамени, двумя орденами Красной Звезды.

...1 мая войска 1-го Белорусского и 1-го Украинского все уже сжимали кольцо вокруг правительственных кварталов Берлина. Положение гитлеровцев стало безнадежным.

— Примерно в час ночи 1 мая,— рассказали на встрече за «круглым столом» заместитель начальника связи по радио 1-й гвардейской танковой армии И. А. Нагорнов и заместитель командира по политчасти 265-го отдельного гвардейского минометного полка Г. Н. Прошкин,— полковую радиостанцию, работавшую позывным «Пионер», настойчиво стал вызывать радист начальника генерального штаба германских сухопутных войск генерала Кребса. Кребс настойчиво просил связать его с советским командованием. Запросив у немецкой радиостанции позывные и радиоданные, наш радист тут же передал их в штаб своего полка. А как известно из воспоминаний Г. К. Жукова, уже в 3 ч 50 мин 1 мая Кребс был доставлен на командный пункт 8-й гвардейской армии В. И. Чуйкова. Фашистской Германии было предъявлено требование о безоговорочной капитуляции.

...Из приказа Верховного Главнокомандующего: «Войска 1-го Белорусского фронта при содействии войск 1-го Украинского

Участники беседы за «круглым столом» (слева направо): В. Ф. Ширяев, М. А. Лившиц, Р. С. Терский, А. Т. Холин.






фронта после упорных уличных боев завершили разгром берлинской группы немецких войск, и сегодня, 1 мая, полностью овладели столицей Германии городом Берлином...»

А. И. Белов:

— В ночь с 8 на 9 мая 1945 г. в Москву, в Ставку Верховного Главнокомандующего И. В. Сталина была передана долгожданная весть — сообщение о подписании в Карлхорсте акта о безоговорочной капитуляции фашистских войск. Верховное Главнокомандование Советских Вооруженных Сил представлял здесь Маршал Советского Союза Г. К. Жуков. С полной нагрузкой в те незабываемые часы работал узел связи 1-го Белорусского фронта, в том числе радиоузел, которым командовал тогда майор А. Т. Холин.

— В наш радиоузел,— сказал он,— входило 32 радиостанции. Несколько станций мы развернули в Карлхорсте во дворе бывшего немецкого военно-инженерного училища. Здесь в небольшом двухэтажном здании проходила церемония подписания акта капитуляции. В 0 ч. 43 мин 9 мая подписание было закончено и текст акта был передан в Москву. Сейчас вся аппаратура, которой мы тогда пользовались, бережно хранится в музее инженерных войск и войск связи в Ленинграде.

А. И. Белов:

— Коммунистическая партия и Советское правительство высоко оценили самоотверженный труд военных связистов, внесших свой вклад в нашу Великую Победу. За смелость и отвагу 294 воина-связиста удостоены звания Героя Советского Союза, 106 стали кавалерами ордена Славы трех степеней, многие тысячи награждены орденами и медалями.

Традиции старших поколений военных связистов приумножает в наши дни молодежь. Везде, где бы ни приходилось сегодня нести службу военным связистам, какие бы трудности ни встречались на их пути, они с честью, мастерски, самоотверженно выполняют свой долг перед Родиной. Одним из ярких примеров этому — наши связисты, выполняющие ныне свой интернациональный долг в Демократической Республике Афганистан. В их числе и присутствующий среди нас офицер Александр Леонидович Ануфриев, награжденный орденом «За службу Родине в Вооруженных Силах СССР» III степени.

За нашим «круглым столом» и группа курсантов — отличников учебы Московской радиотехнической школы ДОСААФ. Они станут воинами-связистами в знаменательный год 40-летия Победы. Пусть подвиг отцов и дедов — солдат Великой Отечественной — всегда будет для них примером.

Материал подготовил А. ГРИФ



НАШ «КРУГЛЫЙ СТОЛ»

Солдаты тыла

Все дальше уносит нас от военных лет стремительный бег времени. Но все ощутимее потребность донести до наших дней подробности подвига тех советских людей, кто нечеловеческим усилием, предельным напряжением сил и воли ковал оружие Победы в тылу. О солдатах тыла и шла речь за нашим «круглым столом».

Своими воспоминаниями поделились с нами создатели радиоаппаратуры для фронта. Мы их пригласили в один из вечеров в небольшой уютный музей истории дважды ордена Ленина московского радиозавода. Здесь многие наши гости встретились через 40 с лишним лет не только со старыми друзьями и товарищами по работе, но и со своими творениями — радиостанциями военных лет.

— Очень серьезную и трудную задачу пришлось решать нашей промышленности в начале войны,— сказал Виктор Петрович Ермаков, бывший в ту пору старшим военным представителем Главного управления связи Красной Армии.— Было образовано много новых частей и соединений всех родов войск. Им требовались средства связи, а промышленность из-за недостатка мощностей удовлетворить эти потребности не могла. Дело усугублялось тем, что в это время шла массовая эвакуация предприятий, и они, естественно, на какое-то время выбывали из строя. Но фронт ждать не мог. Маршал войск связи Иван Терентьевич Пересыпкин не случайно в своих воспоминаниях называет проблему обеспечения войск средствами связи в начальный период войны наиболее трудной. Ее решение потребовало огромных усилий Центрального Комитета нашей партии, Советского правительства, Государственного Комитета Обороны (ГКО), руководителей промышленных предприятий. Но самый тяжелый груз лег на плечи многих тысяч инженеров, техников, рабочих. Были изысканы и мобилизованы все возможные средства и резервы.

В стране развернулось поистине всенародное движение по оказанию помощи фронту. Связисты Башкирской АССР обратились с призывом начать сбор средств связи. Их поддержали работники связи на Урале и в Сибири, на Дальнем Востоке и в Средней Азии, в Закавказье и в европейской части страны. Связисты Ташкента собрали и смонтировали на автомобилях большую колонну радиостанций РСБ. И таких примеров было много.

С декабря 1941 г. по февраль 1942 г. ГКО, ЦК партии, Советское правительство трижды рассматривали вопрос о своевременном вводе в строй действующих эвакуированных предприятий. Специальным постановлением ГКО в 1942 г. заводы, производившие средства связи, были приравнены к предприятиям оборонной промышленности. Наркомату путей сообщения предписывалось перевозить средства наравне с грузами авиационной и танковой промышленности.

— В те тревожные дни,— рассказал лауреат Ленинской и Государственных премий СССР Евгений Николаевич Геништа, бывший в годы войны главным конструктором московского радиозавода,— чтобы как-то выправить тяжелейшее положение с острой нехваткой радиостанций для низового звена, наша небольшая группа специалистов нашла единственно приемлемое в это время решение. Мы знали, что на складах много приемников 6Н-1, сданных населением государству на хранение. Там были прекрасные детали. Из них мы, в фантастически короткий срок, за полтора месяца, создали радиостанцию 13-Р. В мирные дни на такого рода разработки тратятся годы!

Некоторые наши руководители не верили, что в условиях фронта эта станция сможет работать. Помню, начальник связи Западного фронта Н. Д. Псурцев поручил провести испытания станции в боевой обстановке. Около деревни Середа в Подмосковье была намечена боевая операция. Туда









и отправился с 13-Р один из ее создателей — Владимир Борисович Пестряков. Он здесь присутствует...

— Да, станция в бою зарекомендовала себя хорошо,— продолжил рассказ дважды лауреат Государственной премии СССР, доктор технических наук В. Б. Пестряков.— Николай Демьянович Псурцев поддержал тогда наше предложение о ее выпуске. Параллельно с испытанием 13-Р в Действующей армии велась ее сборка и приемка военными представителями. Работали почти в пустых цехах эвакуированного завода. Небольшой коллектив рабочих собирал тысячу 13-Р в месяц. Мы наладили конвейер по разборке приемников 6Н-1. С мая 1942 г. наши станции потекли в армию рекой.

— А вы знаете, кто делал эти станции? — вновь вступил в разговор Евгений Николаевич.— Отнюдь не самые квалифицированные работники. Те были эвакуированы вместе с заводом в глубокий тыл страны. А вот незаметные в мирные дни люди, оставшиеся с нами, оказались великолепными тружениками! Благодаря им завод очень быстро превратился в предприятие, способное давать продукцию.

— Через месяц после передачи завода в ведение Наркомата обороны,— вспоминает бывший главный инженер завода Орест Константинович Петросянц,— меня вызвал к себе Иван Терентьевич Пересыпкин и говорит: «Пришло из Ленинграда оборудование. Даю вам две недели, чтобы перевезти его и организовать производство радиостанций». Я имел неосторожность ска-

У своего детища военных лет — радиостанции 13-Р встретились ее создатели (слева направо): Е. Н. Геништа и В. Б. Пестряков, рядом — бывший военпред завода В. Е. Немцов (фото вверху).

Большой вклад в разработку радиолокационной техники в годы войны внес Н. Л. Попов. Фотокорреспондент сфотографировал его, когда он рассматривал сохраненный и принесенный на «круглый стол» В. В. Сухановым один из первых образцов УКВ радиостанции, в разработке которой Владимир Васильевич принимал участие под руководством Г. Т. Шитикова.

Р. П. Сотскова — старейший работник, а ныне — директор Музея истории московского радиозавода.

У радиостанции РСБ наши гости (слева направо): О. К. Петросянц, А. А. Форштер, В. П. Ермаков и Г. Н. Чумак.

зать: «Это невозможно». А он мне: «Вы отдаете себе отчет в том, что говорите?» С этим я и уехал.

На заводе мы прикинули, что за две недели не сможем даже поднять оборудование по узким лестничным клеткам. Тогда было принято «уникальное» решение: приехали саперы и прорубили стену. А затем — лебедками затащили оборудование в цеха. Пока мы тянули станки наверх, фундаменты под них уже были готовы. В общем, спустя две недели, завод был пущен.

— Интересна судьба станции 13-Р, о которой здесь уже говорилось,— вспоминает бывший военный представитель на заводе, а ныне директор Московского научно-исследовательского телевизионного института Владимир Ефимович Немцов.— Она оказалась настолько удачной, что мы ее выпускали вплоть до 1944 г. Когда кончились детали от приемников 6Н-1, стали делать их сами. Кроме того,в очень короткий срок коллектив завода освоил выпуск принципиально новой техники для нашей страны. Это были радиостанции РБ, РМ8, РБУ, А-7-А, А-7-Б и другая продукция. 70 % переносных радиостанций, поступавших на фронт, выпускал наш завод.

Нить рассказа подхватила директор музея Раиса Петровна Сотскова. В годы войны она была комсомольским вожаком на заводе.

— Люди работали с огромным энтузиазмом. Они не жалели сил. Старались все отдать для фронта. У нас трудилось много молодежи, по существу девочек и мальчиков. Они сутками не покидали завода. В цехах было холодно, но никто этого не замечал. На самых трудных участках работали фронтовые комсомольско-молодежные бригады. Они буквально творили чудо. Вдруг узнаем: не хватает таких-то узлов, деталей, блоков. Проходят считанные дни — и все это в необходимом количестве появляется. Когда ребята успевали их сделать — уму непостижимо.

Помню, как-то в конце второй смены вызвал меня секретарь партийной организации завода и говорит: «Не хватает для утренней смены рабочих, изготавливающих подстроечные конденсаторы». А вторая смена уже отработала 16 часов. Я пошла в цех. Объяснила ситуацию. Рабочие говорят: «Будем продолжать работу, раз фронту нужно!» И работали. В нашей прекрасной песне поется: «У мартеновских печей не смыкала Родина очей». Не только у печей. Вся промышленность не смыкала очей...

Только один этот завод обеспечил техникой связи 500 пехотных дивизий и 800 авиаполков. В 1945 г. завод был награжден орденом Ленина. 11 раз предприятию присуждалось переходящее Красное знамя ГКО. В 1946 г. оно было передано ему на вечное хранение.

Но самые трудные испытания выпали на долю ленинградцев. Голодные, едва живые люди работали, сутками не отходя от станков. И то, что было собрано, выточено, подогнано их исхудавшими руками, тут же из цехов шло на фронт. Какой же силой духа должны были обладать люди, чтобы все это вынести! Ведь умереть было легче, чем выжить!

В полупустых цехах эвакуированного завода имени Козицкого родилась и получила путевку в жизнь радиостанция «Север» — незаменимая спутница партизан, разведчиков, да и многих частей Действующей армии.

В немыслимо трудных условиях жили и работали и другие предприятия города-героя. Рассказывает лауреат Государственной премии СССР Евгений Евгеньевич Фридберг:

— Когда начался голод, мы с Александром Андреевичем Расплетиным, будущим академиком, и Исааком Яковлевичем Эмдиным — вот он сидит рядом со мной — стали жить в одной из комнат нашей лаборатории.

Поставили «буржуйку». В лесу рвали хвою, толкли ее в ступе, смачивали водой и пили. Основная часть сотрудников эвакуировалась. Могли и мы. Но Расплетин сказал: «Фронту нужны радиостанции. И мы должны их делать». К нам присоединились еще некоторые работники. Радиостанции мы изготовляли, как москвичи, из деталей приемника 6Н-1. Работать закончили лишь тогда, когда полностью прекратилась подача электроэнергии.

Ощутимый вклад в снабжение армии средствами связи внесли труженики горьковских заводов. Они выпускали автомобильные станции РАТ и РАФ, танковые и самолетные радиостанции, полевые телефоны, аккумуляторы и другие источники питания.

По-геройски трудились люди, возрождавшие эвакуированные предприятия.

— Один из московских заводов был отправлен в Новосибирск в начале октября 1941 г.,— рассказал Григорий Никитович Чумак, бывший военным представителем на этом заводе.— Размещался он в небольших складских помещениях. Продукцию стали выпускать, когда 4/5 оборудования еще лежало на разгрузочных площадках. Каждый станок вступал в строй независимо от готовности цеха. В декабре 1941 г. завод уже дал первую продукцию, а в апреле следующего — в Действующую армию была направлена большая партия станций РБМ.

— Мне, как военному представителю управления связи Авиации дальнего действия, приходилось бывать на многих заводах,— говорит Георгий Владимирович Шилов.— И везде я видел, как самоотверженно трудились люди в тылу. Взять хотя бы небольшой завод в городке на Урале. Там работали в основном женщины и дети. Питались они плохо: им выдавали на вес супзатируху и рыбу, целиком провернутую через мясорубку. Продукцию завода возили на санках и таскали на руках. Морозы стояли 40-градусные. Эти женщины и дети делали пеленгаторы. Что они значили для нашей авиации, можно судить хотя бы по такому факту: только в одной авиационной части с 1943 по 1945 гг. более 14 000 пеленгов привели на свои аэродромы 184 боевых самолета!

Фронту требовались не только радиостанции, но и средства радиообнаружения самолетов противника, станции орудийной наводки для зенитной артиллерии, самолетные и корабельные радиолокационные станции. Для нас это была совершенно новая, только зарождавшаяся техника. Но война не остановила творческого поиска советских ученых и инженеров. Уже 10 февраля 1942 г. ГКО принял постановление об организации специализированного радиозавода для разработки в кратчайший срок станции орудийной наводки и подготовки ее к серийному выпуску. Работа эта была поручена ныне лауреату Государственной премии СССР Абраму Айзиковичу Форштеру.

— В труднейшее для страны время,— сказал он,— коллектив нашего завода в восьмимесячный срок создал два экземпляра опытной станции «СОН-2от». Ведущая роль в ее разработке принадлежала А. М. Кугушеву, А. Я. Брейтбарту, Н. Д. Девяткову, В. И. Егиазарову, Н. И. Аухтуну и В. В. Типаеву. А рабочими у нас были учащиеся школ трудовых резервов. О том, как трудились в тылу, написаны романы. Героизм людей в те годы был повсеместным. Мы просто не понимали, как можно работать иначе.

«Все для фронта, все для победы!» — этим заветом жил тыл. Свой гражданский долг советские люди выполнили с честью.

Материал подготовила
Н. ГРИГОРЬЕВА



НАШ «КРУГЛЫЙ СТОЛ»

ОБЩЕГОСУДАРСТВЕННАЯ СВЯЗЬ: ГОДЫ ВОЙНЫ

С первых минут войны девизом гражданских связистов, как и всего советского народа, стало: «Все для фронта, все для победы!» Главную свою задачу они видели в обеспечении устойчивой связи в интересах Действующей армии, Верховного Главнокомандования, высших военных органов управления. При этом со связистов не снимались обычные, как и в мирных условиях, обязанности — своевременное предоставление средств связи для управления народным хозяйством и населению страны. Только все это во много крат осложнялось военной обстановкой...

Накануне 40-летия разгрома гитлеровской Германии за редакционным «круглым столом» собралась большая группа ветеранов связи, чтобы поделиться с читателями журнала «Радио» своими воспоминаниями о незабываемой и трудной военной поре, о вкладе гражданских связистов в Победу. Встреча проходила в здании Центрального телеграфа СССР. Перед войной и в годы войны это был один из важнейших объектов связи. Здесь, помимо телеграфа, находились междугородная телефонная станция, радиовещательные студии, размещался аппарат Наркомата связи. Не случайно гитлеровские летчики, летевшие бомбить Москву, получали специальное задание — разрушить Центральный телеграф.

Редакция попросила вести встречу заместителя министра связи СССР **И. С. Равича**. В начале войны он был главным инженером линейно-кабельного управления Наркомата связи, а вскоре стал командиром одного из восстановительных батальонов связи.

— В 1939 г. наркомом связи был назначен Иван Терентьевич Пересыпкин, талантливый организатор, немало сделавший для совершенствования работы средств связи в предвоенные годы,— начал свое выступление И. С. Равич.— Через месяц после начала войны по решению Государственного Комитета Обороны И. Т. Пересыпкин по совместительству стал начальником Главного управления связи Красной Армии и заместителем наркома обороны. Это решение сыграло важную роль в деле наиболее эффективного использования всех средств связи страны в интересах победы над врагом.

В июле 1941 г. наркомату связи было разрешено, по предложению И. Т. Пересыпкина, сформировать первые восстановительные батальоны связи, которые в годы войны провели огромную работу по строительству, обслуживанию и восстановлению средств связи. Батальоны были укомплектованы высококвалифицированными специалистами, вчерашними гражданскими связистами, что давало возможность в военную пору выполнять многие сложнейшие инженерно-технические задачи в рекордно короткие сроки.

Уже в самом начале войны силами батальонов совместно с гражданскими связистами были каблированы воздушные линии связи в Москве, построена кольцевая система обходных связей вокруг столицы, сооружены подземные и резервные узлы связи. Все это намного повысило надежность действия связи несмотря на ожесточенные сражения на подступах к Москве, на налеты вражеской авиации на столицу и различные объекты в Подмосковье. Нередко связистам приходилось вести работы под обстрелом и бомбежками, но они, проявляя мужество, самоотверженно выполняли порученные задания.

Не могу не сказать о работах батальонов связи на Сталинградском фронте. По решению ГКО летом 1942 г. началось сооружение глубоких обходных линий связи к Сталинграду. Я был начальником строительства магистралей от Саратова на Эльтон и левый берег Волги у Сталинграда и от Уральска к Эльтону. Строительство линий общей протяженностью 500 км было осуществлено в невиданно короткие сроки — примерно за 1,5 месяца. В ходе работ приходилось решать множество трудных инженерных и организационных задач. Например, в условиях острой нехватки транспорта, отсутствия дорог в заволжских степях и полупустынях, при нестерпимой жаре нужно было организовать доставку около 10 000 телеграфных столбов.

В проводимых работах нам оказывали большую помощь местные партийные и советские органы, гражданские связисты.

Работы по сооружению обходных линий связи велись и на других направлениях — от Гурьева до Астрахани, от Астрахани до Махачкалы, вдоль южного берега Каспийского моря, через Иран на Баку (одним из руководителей этих работ был присутствующий здесь Н. С. Глаголевский). Ввод в действие этих линий обеспечил устойчивую связь Сталинградского фронта с соседними фронтами и выход на сеть связи страны.

Разговор о связистах — участниках Сталинградской битвы продолжил **И. В. Клоков**.

— Меня как уполномоченного заместителя наркома обороны и наркома связи И. Т. Пересыпкина направили в Сталинград. Обстановка становилась все более тревожной. Нужно было готовить средства связи города к работе в условиях оборонительных боев. Принимается решение срочно построить резервный узел связи за Волгой, в Капустином Яру. Круглосуточно работали подразделения восстановительных батальонов и сталинградские связисты. И когда 23 августа в результате очередного налета фашистской авиации был разрушен Дом связи в Сталинграде, резервный узел взял на себя всю нагрузку, обеспечивая связью Военный Совет и Штаб фронта, расположенные на правом берегу Волги.

Под непрерывной бомбежкой был проложен и затем неоднократно восстанавливался подводный кабель, связавший правый и левый берега Волги, устроены подземные узлы связи в городе.

Группа ветеранов связи — участников встречи за «круглым столом» журнала «Радио» (слева направо): И. С. Равич, И. В. Клоков, Н. И. Гришина, А. И. Доброва, Л. Д. Шитарева, А. Л. Бадалов, Г. М. Успенский, Р. А. Попов, А. Д. Фортушенко, И. А. Шамшин, Л. И. Бахвалов, А. В. Горбунов, А. Г. Павлов и Е. Е. Добровольский.

Фото Н. Аряева



Сталинградские связисты с полным правом могут гордиться тем, что их самоотверженный труд активно содействовал обороне крепости на Волге и разгрому немецких войск в районе Сталинграда.

Слово берет **Р. А. Попов**, бывший в годы войны заместителем наркома связи. В своем выступлении он вновь возвращается к началу войны. Вот лишь один эпизод из рассказанного Р. А. Поповым — свидетельство мужества и героизма рядовых связистов.

— К Полоцку рвались фашистские войска, на город непрерывно, через каждые 20—30 минут, обрушивались массированные удары авиации противника. Казалось, на телефонной станции невозможно работать — летели осколки стекол, двери были сорваны. Но телефонистки, молчаливые, бледные, продолжали соединять абонентов. Как правило, связисты последними, вместе с частями Красной Армии, покидали населенные пункты и многие из них вливались в состав военных подразделений связи.

А вот, к примеру, как приходилось трудиться связистам в глубоком тылу. Поздней осенью в Куйбышев были эвакуированы многие правительственные учреждения, дипломатический корпус, ряд промышленных предприятий. На работы по обеспечению этих организаций телефонной связью, в том числе междугородной, распоряжением правительства отводилось 10—12 дней. Связистам предстояло не только проложить кабельные линии в городе в условиях сильных морозов и снегопада, устроить распределительную и абонентскую сеть в зданиях, где размещались эвакуированные организации, расширить междугородную телефонную станцию, резко сократить сроки ввода емкостей городской телефонной станции, но и изыскать (!) необходимые для этого недостающие материалы и оборудование. В условиях мирного времени на проведение этих работ потребовались бы многие месяцы, а здесь — 10—12 дней. Связисты, работая буквально днем и ночью, самоотверженно и оперативно решая многие сложнейшие технические и организационные вопросы, с честью справились с важным государственным поручением.

В разговор вступает профессор **А. Д. Фортушенко**. В годы войны он был заместителем наркома связи, а в послевоенные годы в течение длительного времени возглавлял Государственный Научно-исследовательский институт радио. Он остановился на перебазировании на восток ряда радиовещательных станций, в том числе знаменитой станции имени Коминтерна. Демонтаж станции, представлявшей собой сложное и громоздкое инженерное сооружение, был осуществлен в течение трех дней октября 1941 г.

В любые морозы, доходившие до 40°, велись работы по оборудованию станции на новом месте, а в мае 1942 г. через нее начались пробные передачи. Спустя несколько месяцев 500-киловаттная радиостанция вновь начала регулярное вещание.

Большим подвигом связистов стало сооружение в годы войны под руководством А. Л. Минца новой, самой мощной в ту пору радиовещательной станции (1200 кВт). Многие узлы оборудования для нее были вывезены из блокадного Ленинграда. Здание станции и антенные сооружения строились в жестокие морозы. В 1943 г., через 15 месяцев после выбора площадки, голос сверхмощной станции зазвучал в эфире, ее передачи уверенно принимались на большой территории, в том числе и в районах, временно занятых немцами.

Воспоминания А. Д. Фортушенко о перебазировании радиостанций дополнил док. техн. наук **В. М. Тимофеев**, рассказавший собравшимся о трудовом подвиге связистов, смонтировавших на новом месте и пустивших в эксплуатацию 100-киловаттную коротковолновую радиовещательную станцию РВ-96 в рекордно короткий срок: 1 ноября 1941 г. эшелоны с оборудованием станции прибыли в район ее нового расположения, а уже 20 февраля 1942 г. она вышла в эфир.

— 24 июня 1941 г. в Москве была объявлена первая воздушная тревога,— начал свой рассказ главный инженер МГРС **И. А. Шамшин**.— *Лишь очень небольшое число людей знало, что она была учебной. Мы, создатели этой оповестительно-информационной системы, очень волновались, но система выдержала проверку. А 22 июля пришлось оповестить население столицы о первой боевой воздушной тревоге. Сотни раз во время войны она предупреждала жителей Москвы о воздушной опасности и ее надежная работа спасла немало человеческих жизней.*

Нелегко приходилось московским радиофикаторам. Резко сократился технический персонал, не хватало электроэнергии, радиоламп, немало было разрушений во время бомбежек, приходилось не только оперативно восстанавливать повреждения, но и тушить «зажигалки», ликвидировать пожары.

Навсегда осталась в памяти сложная в техническом отношении и оперативно выполненная работа по озвучению станции метро «Маяковская», где 6 ноября 1941 г. на торжественном заседании, посвященном 24-й годовщине Великого Октября, выступил И. В. Сталин. Успешно мы выполнили и задание по озвучению и трансляции по вещательной сети военного парада, который состоялся на следующий день на Красной площади.

От группы ленинградских связистов слово взял ветеран связи **А. Г. Павлов**.

— В годы войны трудно было всем, но наверное наиболее тяжкие испытания выпали на долю ленинградцев, в том числе, конечно, и на связистов города на Неве.

Линия фронта летом 1941 г. приближалась вплотную к Ленинграду. К сентябрю 1941 г. все средства радиосвязи и радиовещания были вывезены из пригородов в Ленинград. Много мужества требовалось от радистов, демонтировавших оборудование под непрерывным обстрелом врага. Героически работал коллектив радиостанции РВ-70, находившейся в городе,— станцию много раз бомбили фашисты, обстреливали тяжелой артиллерией, но в эфире продолжали звучать слова «Говорит Ленинград!». В городе в трудную пору конца 1941 г. связисты установили коротковолновые станции для поддержания связи с военными подразделениями и Москвой. По предложению связистов в здании Буддийского храма была смонтирована 100-киловаттная радиовещательная станция РВ-53, вывезенная из Колпино. Чтобы замаскировать месторасположение станции, ее антенную систему подвесили на аэростате воздушного заграждения. Это оригинальное техническое решение полностью себя оправдало.

Героически трудились в годы блокады радиофикаторы города Ленина. Радиотрансляционная сеть стала главным средством оповещения населения об артиллерийских обстрелах, налетах вражеской авиации, по ней передавалась и другая крайне необходимая в осажденном городе информация — по оказанию помощи пострадавшим, тушению пожаров и т. д. Даже в период самой острой нехватки электроэнергии жители Ленинграда могли слушать сообщения Совинформбюро хотя бы один раз в сутки.

Не могу не назвать имя особо уполномоченного наркомата связи по Ленинграду А. Г. Смирягина, много сделавшего по организации работы средств связи, сплочению коллектива ленинградских связистов в тяжелейших условиях блокады.

В разговор включается **Н. И. Гришина**, работавшая в военные годы телефонисткой



на междугородной телефонной станции в Москве.

— Наша станция размещалась в здании Центрального телеграфа. Когда началась война, нам, телефонисткам, доводилось, наверное, первыми узнавать горькие вести об отходе наших войск из городов в западных районах страны. Об этом сообщали наши далекие подруги — телефонистки фронтовых населенных пунктов. Нередко до нас доносились и такие слова: «Видим немцев, покидаем станцию»,— на этом связь прекращалась. Но сколько было радости, когда Красная Армия перешла в наступление и все новые и новые освобожденные города выходили на связь с Москвой.

Помню, как на здание телеграфа упала авиабомба. Конечно, мы испугались, но быстро спустились вниз и с укрытых от поражения рабочих мест продолжали работать.

Нагрузка на телефонисток приходилась огромная, а отдыхать, тем более дома, доводилось урывками. И хотя многим из нас в ту пору было по 17—18 лет, мы прекрасно понимали всю большую ответственность, которую возложила на нас война, важность нашей работы по обслуживанию связей — ведь от нее нередко зависели успехи или неудачи на фронте, даже и тогда, когда связи велись с городами и поселками к востоку от Москвы, где работали промышленные предприятия, выпускавшие продукцию, так нужную фронту. И мне думается, свой долг перед Родиной работники междугородной телефонной станции выполнили с честью.

Завершил разговор за «круглым столом» заместитель начальника Государственной комиссии по радиочастотам СССР А. Л. Бадалов:

— В 1943—1945 гг.,— говорит он,— я работал в Центральном управлении радиосвязи и радиовещания наркомата связи, занимался вопросами вещания, а также использованием вещательных станций в интересах военно-воздушных сил.

По служебным делам мне нередко приходилось бывать в радиоаппаратной, которая располагалась в здании Центрального телеграфа. Был я там и 7 мая 1945 г. В этот день торжественно отмечалось 50-летие изобретения радио А. С. Поповым. Торжественное заседание проходило в Большом театре. И вдруг мы принимаем передачу немецкого радио о капитуляции немецких войск. Это было сообщение о подписании предварительного протокола о капитуляции. Я побежал в театр и передал это сообщение наркому связи. Как известно, сам акт о безоговорочной капитуляции был подписан в Берлине в 0 часов 43 минуты по московскому времени 9 мая. Торжественно и радостно прозвучал через радиовещательные станции Указ Президиума Верховного Совета СССР об объявлении 9 мая всенародным праздником — Днем Победы.

Заключить рассказ о встрече ветеранов связи хотелось бы словами И. Т. Пересыпкина: «Работники предприятий Наркомата связи и Действующей армии с честью выполнили свой долг перед Родиной при выполнении заданий партии, правительства и военного командования по обеспечению непрерывной и надежной связи на фронте и в тылу страны».

Материал подготовил
А. ГОРОХОВСКИЙ

Радиолиния «Сигнал»

Раздел ведет
лауреат
Государственной премии СССР
вице-адмирал запаса
Г. Г. ТОЛСТОЛУЦКИЙ

До сих пор мы рассказывали, в основном, о технике связи, разработка которой началась еще до Великой Отечественной войны. Казалось бы, в тяжелые военные годы было не до новых разработок. Дать фронту как можно больше радиостанций и других средств связи — эту задачу, прежде всего, приходилось решать нашей промышленности. Тем более, что нужно было их очень много.

И все же, среди круговерти каждодневных работ, инженеры находили и время, и силы для работы над новой аппаратурой. Именно во время войны возникли целые направления радиотехники, которых до того не было. И среди них — радиорелейная связь.

Одна из первых радиорелейных линий — «Сигнал»— была создана в НИИ ВВС под руководством военных инженеров И. М. Малева и С. М. Герасимова. А история ее такова.

В 1942 г. Исаака Михайловича Малева перевели в Сталинград. Трудно приходилось в ту пору военным связистам. Сотни сообщений надо было принимать и передавать каждый день, а главное — обработать их точно, без ошибок. Малейшая неточность могла иметь роковые последствия.

Очень помогала связистам буквопечатающая аппаратура. Но она могла надежно работать только в сети проводной связи, установить которую далеко не всегда позволяла боевая обстановка. Опыт наступательных боев, накопленный Красной Армией ко времени Сталинградской битвы, показал, что аппаратура буквопечатания по радио просто необходима.

Впервые такая аппаратура, получившая название «Алмаз», появилась на вооружении Красной Армии еще перед войной. Во второй половине 1944 г. был создан «Карбид». Но ни «Алмаз», ни «Карбид» не могли полностью удовлетворить нужды армии. Главным их недостатком являлась слишком низкая помехоустойчивость. Особенно большие неприятности доставляли связистам грозы: помехи становились настолько сильными, что связь во время грозы полностью прекращалась.

Осенью 1944 г. началась работа над новой линией — «Сигнал». Так как в коротковолновом диапазоне к тому времени работало настолько много станций, что взаимные помехи не позволяли использовать буквопечатающую аппаратуру, «Сигнал» решено было проектировать для работы в диапазоне УКВ.

Уже в феврале 1945 г. новая радиолиния прошла испытания. Аппаратура обеспечивала надежную связь на расстоянии до 50...70 км по одному телефонному и одному телеграфному буквопечатающему каналам.

Однако штабы, между которыми предстояло поддерживать связь, нередко находились значительно дальше друг от друга. Увеличивать же расстояние между станциями было нельзя — условия распространения ультракоротких волн позволяют поддерживать связь только в пределах прямой видимости.

Окончание см. на с. 18.



В таких машинах располагалось оборудование радиолинии «Сигнал».



Автор статьи — участник Великой Отечественной войны. С 1941 по 1945 годы командовал взводом, ротой, батальоном связи на Юго-Западном, Сталинградском, Донском, Центральном и 1-м Белорусском фронтах.
После войны окончил Военную академию связи имени С. М. Буденного, Военную академию Генерального штаба Вооруженных Сил СССР имени К. Е. Ворошилова, служил в войсках и центральном аппарате. В настоящее время А. П. Борисов — заместитель начальника штаба Объединенных Вооруженных Сил.

Боевое братство связистов

генерал-полковник А. БОРИСОВ

В мае 1985 г. народы братских стран социализма, празднуя 40-летие победы над гитлеровским фашизмом, отмечают еще одно важное событие в своей истории — 30-летие образования Организации Варшавского Договора, в которую входят НРБ, ВНР, ГДР, ПНР, СРР, СССР и ЧССР.

Вот уже три десятилетия этот добровольный военно-политический союз является прочным оплотом мира в Европе и во всем мире. Он служит надежным щитом против агрессии империалистических держав, их разнообразных военных блоков. Военная организация государств — участников Варшавского Договора — это боевой союз их армий, а также Объединенные Вооруженные Силы, включающие в свой состав определенный контингент войск и сил военно-морских флотов от каждой союзной армии. В их числе — части и подразделения войск связи.

Боевое содружество народов социалистических стран Европы имеет давние исторические традиции. В трудные для молодой Советской республики годы на фронтах гражданской войны плечом к плечу с бойцами Красной Армии сражалось более 250 тысяч воинов-интернационалистов: поляков, венгров, болгар, чехов, словаков, румын, немцев и многих других национальностей.

В ходе Великой Отечественной войны интернациональное боевое содружество расширилось и укрепилось еще сильнее. Совместно с Советскими Вооруженными Силами против фашизма, за свободу и независимость своих народов участвовали бойцы антифашистского подполья, партизаны, части и соединения национально-освободительных армий Польши, Чехословакии, Болгарии, Румынии и Венгрии.

В составе всех этих соединений и частей были и подразделения связи, оснащенные советской техникой. Помогали ее осваивать специалисты-инструкторы Красной Армии.

Братство по оружию, рожденное в первые годы существования Советской власти, успешно выдержало испытание на прочность на фронтах сражений с гитлеровской Германией. Оно получило свое дальнейшее развитие в послевоенный период, когда боевая дружба воинов-связистов строилась в основном на двусторонних соглашениях между братскими странами.

Создание Организации Варшавского Договора стало качественно новой ступенью военного сотрудничества социалистических государств, их армий, в том числе и в области военной связи.

Одно из наиболее важных направлений сотрудничества союзных армий в области связи — это обеспечение условий для надежного управления войсками, для четкого взаимодействия всех видов вооруженных сил. Для этого разработаны соответствующие единые правила и методы совместных действий, организована подготовка кадров, создана единообразная структура частей связи, введены стандартизация и унификация средств связи, решены другие важные вопросы.

В производстве технических средств стал применяться принцип кооперации — на одну или несколько стран возлагается изготовление отдельных типов радио- и радиорелейных станций и другой аппаратуры для всех союзных армий.

Широко практикуется обмен опытом по овладению новой техникой, взаимные консультации, командирование офицеров братских армий в учебные центры Советских Вооруженных Сил и офицеров наших войск в военные учебные центры ГДР, ЧССР и других сран Варшавского Договора.

В современных условиях непрерывно растут требования к управлению войсками и силами военно-морских флотов. Поэтому войска связи должны находиться в постоянной боевой готовности. А это требует широкого сотрудничества воинов-связистов и, прежде всего, в области боевой подготовки. Для этого проводятся совместные тренировки по созданию и эксплуатации радио- и проводных каналов между пунктами управления, обеспечивающих взаимодействие союзных армий.

Одной из основных форм совместной боевой подготовки подразделений, частей и всего личного состава войск стали тактико-специальные учения и работа связистов на учениях братских армий. Здесь воины-связисты действуют в обстановке, максимально приближенной к реальным условиям связи в различных видах боя. На учениях они овладевают навыками обеспечения международных каналов связи.

Большое внимание в ходе боевой подготовки уделяется проблемам преодоления «языкового барьера». Для того, чтобы разноязычие не снижало скорость и качество работ по налаживанию, организации и эксплуатации многоканальных кабельных и радиорелейных линий, регулярно проводятся специальные занятия, тренировки между связистами союзных армий. Разработаны разговорники, в которые включены фразы и выражения которые необходимы связистам при совместных действиях.

Многолетний опыт проведения учений и личные наблюдения свидетельствуют о непрерывном росте мастерства воинов-связистов в обеспечении связи в самой сложной обстановке, о повышении их полевой выучки.

Успешному решению учебно-боевых задач на таких крупных учениях союзных армий как «Союз-84», «Щит-84»



Советские и венгерские связисты на полевых занятиях.

и других в немалой степени способствовал самоотверженный ратный труд молодых воинов-связистов — коммунистов и комсомольцев, членов молодежных союзов стран Варшавского Договора. Они в братском содружестве смело, инициативно, с полной отдачей сил и молодой энергии выполняли ответственнейшие задачи при совместных быстротечных ударах сухопутных войск, высадке десантов, действии авиации и сил флотов.

Именно молодые воины являлись костяком экипажей радиостанций и аппаратных, умело выполняли учебно-боевые задачи на узлах связи, самоотверженно действовали в качестве стрелков-радистов на самолетах военной авиации, радистов и сигнальщиков на боевых кораблях союзных военно-морских флотов.

На учениях «Щит-84» образцово обеспечивали радиосвязь в сетях и направлениях многонационального состава прапорщики В. Балобаев, А. Воробей (СССР), надпрапорщик М. Шкубол, сержанты Я. Новотни и В. Тобиаш, рядовой Карел Червени (ЧССР). Отлично проявили себя старшие лейтенанты И. Иванов, Н. Михайлов, П. Петров, старший сержант Г. Иосифов (НРБ), фельдфебель Гюри Христиан, унтер-офицер Макс Петер, старший сержант Шульц Аксель (ГДР).

Вражеская пропаганда придает большое значение идеологическому воздействию на воинов армий государств — участников Варшавского Договора, старается притупить их патриотические и интернациональные чувства. Поэтому огромную роль мы отводим идеологической и политико-воспитательной работе в войсках связи.

На основе решений коммунистических и рабочих партий стран Варшавского Договора установились самые тесные контакты между партийными и молодежными организациями союзных армий в вопросах политического воспитания. Его главная цель — привить каждому воину политическую сознательность, чувство социалистического патриотизма и пролетарского интернационализма, ненависть к врагам мира, демократии и социализма, постоянную готовность к защите своей Родины и всей системы социализма.

На совместных учениях войск и сил военно-морских флотов проходят встречи представителей союзных армий, митинги, дружеские встречи. В ходе учений большую пользу в укреплении братства и дружбы между воинами-связистами приносит взаимный обмен группами связи между штабами частей и соединений союзных армий, вечера боевой дружбы, экскурсии на промышленные и сельскохозяйственные предприятия.

В период подготовки и при проведении учений часто создается объединенная редакция полевой газеты или выпускаются «Боевые листки» на языках братских армий, освещающие умелые действия воинов-связистов по обеспечению работы связи.

Укреплению социалистического интернационализма и боевого товарищества способствуют спортивные соревнования, в том числе и по радиоспорту.

Существенный вклад в военно-патриотическое и интернациональное воспитание молодежи вносят в своих странах добровольные оборонные общества. ДОСААФ СССР, Организация содействия обороне БНР, Венгерский оборонительный союз (МХС), Общество «Спорт и техника» в ГДР, Лига обороны страны (ЛОК) в ПНР, Общество содействия армии (СВАЗАРМ) в ЧССР стали верными помощниками в подготовке молодежи к почетной и ответственной службе в национальных армиях и Объединенных Вооруженных Силах. В многочисленных спортивных радиосоревнованиях, в различных совместных международных военно-патриотических мероприятиях, особенно в период подготовки и празднования 40-летия Великой Победы над фашизмом, проводимых братскими патриотическими оборонными организациями, рождались все новые и новые формы сотрудничества и воспитания будущих воинов-интернационалистов, готовых к решению ответственных задач в составе войск связи.

Отмечая 30-летие Варшавского Договора, мы с удовлетворением говорим, что благодаря совместным усилиям растет и закаляется дружба воинов-связистов союзных армий, растет их профессиональное мастерство. В условиях сложной международной обстановки, нагнетаемой агрессивными кругами США и их союзников по НАТО, воины-связисты полны решимости с честью выполнить свой воинский долг по защите свободы и независимости братских стран социализма.



Распахнутый горизонт

УЧАСТИЕ В РАДИОЭКСПЕДИЦИИ «ПОБЕДА-40» ПОМОГЛО САМОДЕЯТЕЛЬНОМУ РАДИОКЛУБУ ОБРЕСТИ СВОЕ ЛИЦО

... Это было в майские дни прошлого года. Главная площадь Бугуруслана кипела многолюдьем. Сотни людей, как всегда, собрались здесь на праздник Победы: нефтяники, рабочие местных предприятий, школьники. Среди них и главные герои торжества — ветераны Великой Отечественной...

Многие с любопытством поглядывали в сторону высокой антенны, устремившейся в небо неподалеку от трибуны. Там у столов, заставленных аппаратурой, «колдовали» активисты городского радиоклуба «Красная звезда». Вскоре ведущий дал им слово — и в канву праздника органично вплелись голоса далеких корреспондентов, вставших на Вахту Памяти в разных уголках страны.

— Слушайте все! Слушайте все!— разнеслось из громкоговорителей.— В эфире — город-герой Москва.

Из столицы нашей Родины, из штаба Всесоюзной радиоэкспедиции «Победа-40», до Бугуруслана долетели слова привета. А потом словно исчезли расстояния — Бугуруслан слушал всесоюзную радиоперекличку городов-героев Ленинграда, Киева, Минска и других.

С особым волнением вслушивались в далекие голоса бывшие фронтовики. С ними вели прямой разговор участники войны, находившиеся на мемориальных станциях в Бресте, Хатыни, на Мамаевом Кургане, Невском пятачке... Включились в перекличку и радиолюбители Бугуруслана — фронтовики Г. Колюбанов, А. Савельев, В. Хренов.

— Впервые радиолюбители вот так, принародно показали свое мастерство,— говорил нам заведующий отделом пропаганды и агитации горкома партии Анатолий Борисович Кораблев.

Радиоперекличка произвела на всех огромное впечатление, стала для молодежи своеобразным уроком мужества.

Добавим к этому: вскоре после Дня Победы ряды радиоклуба заметно выросли — многих увлекла заманчивая возможность дальних странствий в эфире, столь наглядно продемонстрированная во время праздника.

А в альбом, где ведется бесхитростная летопись Бугурусланского городского радиоклуба, легли новые фотоснимки. Как скромный отчет еще об одном хорошем деле. И просто на добрую память.

В этом альбоме отражены вехи истории клуба. Радиоспорт в Бугуруслане имеет давние традиции. Более четверти века назад из этого небольшого, затерявшегося в южноуральских просторах городка впервые зазвучали позывные радиостанции самодеятельного радиоклуба.

В то время его возглавлял Владимир Гербертович Штраус. Он был увлеченным спортсменом-универсалом, пытливым конструктором. И что, пожалуй, самое главное — умелым организатором, способным зажигать своим энтузиазмом других. Под его руководством радиолюбители Бугуруслана провели большую работу в ходе конкурса, объявленного в 1958 г. Министерством связи СССР, ЦК ДОСААФ и редакцией журнала «Радио» по составлению карты электропроводимости почв страны. Своими силами изготовили аппаратуру. Тщательно разработали маршруты исследований. На своих мотоциклах преодолели более двух с половиной тысяч километров. Провели измерения на территории Татарской АССР, Куйбышевской и Оренбургской области на площади около 80 тысяч квадратных километров. И в итоге бугурусланцы стали одними из победителей этого конкурса, имевшего важное практическое значение для народного хозяйства.

Но, как это нередко бывает, ушел из клуба увлеченный энергичный руководитель-общественник — и дело пошло на убыль. В. Г. Штраус переехал в Майкоп, где с прежней энергией включился в заботы тамошних радиолюбителей. А в Бугуруслане достойного преемника ему не нашлось.

Радиолюбители, в том числе и те, кто помнил лучшие годы клуба, не раз пытались снова объединиться. Но стоило завести разговор о том, кому взять на себя главные хлопоты — энтузиазм у многих тотчас исчезал.

Не будем никого осуждать за это. Лучше скажем доброе слово об одном из активистов — Викторе Ивановиче Мавринском, бригадире цеха автоматизации производства нефтегазодобывающего управления «Бугурусланнефть».

Коротковолновик с десятилетним к тому времени стажем, он хорошо знал всех ведущих радиолюбителей города, продолжал бывать на коллективной радиостанции городского спортивно-технического клуба ДОСААФ. Виктор помнил и свой мальчишеский восторг, когда услышал голос сделанного собственными руками первого приемника, конечно же,— детекторного. А как в мальчишках нынешних разжечь и сохранить на многие годы интерес к радиоделу? Как помочь взрослым спортсменам? Они тоже остро нуждались в обмене мнениями, в повышении мастерства, чего в одиночку добиться непросто. А традиции радиоспорта в Бугуруслане? Их тоже не хотелось сбрасывать со счетов.

Словом, задумал Мавринский витавшую в воздухе идею возрождения городского клуба сделать реальностью. И решительно взвалил на себя нелегкое бремя общественных забот.

Начал с организационного собрания. На него пришло около десятка человек. Вопросов предстояло решить много — о материальном обеспечении клуба, о распорядке его работы. Сообща наметили программу действий на ближайшее время. Решили обратиться за помощью в городской комитет партии, к руководителям местных предприятий, в областной комитет ДОСААФ. Базой будущего клуба стал СТК ДОСААФ.

Пришли к единому мнению и в главном — у клуба должно быть военно-патриотическое направление. У Мавринского были надежные аргументы в пользу этой идеи. «Радиоспорт имеет военно-прикладную направленность. Это во-первых. Во-вторых, мы собираемся вовлечь в клуб как можно больше молодежи — значит не можем остаться в стороне от воспитательной работы с ребятами. В-третьих, в стране разворачивается подготовка к 40-летию Победы, почему бы нам для начала не включиться в радиоэкспедицию, посвященную 40-летию Сталинградской битвы?»

Мавринский внес и конкретное предложение — организовать экспедицию в село Шарлык, на родину дважды Героя Советского Союза генерал-полковника А. И. Родимцева, который в дни Сталинградской битвы коман-



Звучит в эфире позывной UZ9SWC. Сегодня на радиостанции работают руководители Бугурусланского городского СТК ДОСААФ: В. Мавринский — руководитель радиоклуба (в центре), А. Даниленко — начальник коллективной радиостанции (слева), В. Зотов — комиссар клуба.

Фото И. Ушакова

довал прославленной 13-й гвардейской дивизией.

Подготовка к поездке в Шарлык стала первой серьезной пробой сил для энтузиастов клуба. За короткое время предстояло подготовить аппаратуру, разработать маршрут, решить различные организационные вопросы.

Рано утром 3 октября 1982 г. экспедиция взяла старт. В путь отправились впятером: вместе с Виктором Мавринским, возглавившим группу, были Анатолий Костюченко, Игорь Кудашев, Александр Александров, Анатолий Филатов. В Шарлык добрались уже затемно. Моросил мелкий дождь. Устанавливать телескопическую радиомачту и антенну — 80-метровый треугольник дальней связи — пришлось при свете автомобильных фар.

И вот включена аппаратура. Работа идет телеграфом и телефоном при поддержке базовой радиостанции клуба в Бугуруслане, местных радиолюбителей. Одной из первых установлена связь с мастером спорта СССР О. Краснухиным из Нижневартовска. Заниматься радиоспортом он начинал в Бугуруслане и теперь с удовольствием поздравляет своих земляков с возрождением клуба. А потом — устойчивый радиообмен с корреспондентами из Таджикистана, Якутии, с Земли Франца Иосифа... Всего состоялось более 300 связей.

Утром хлопот у членов экспедиции прибавилось. Со всего села к музею прославленного полководца, около которого была установлена радиостанция, сбежалась ребятня. Нужно отвечать на десятки вопросов.

Члены экспедиции с удовольствием включились и в эту работу. Встретились они с руководителями местного колхоза имени Родимцева, выступили перед школьниками. Только об одном думать было некогда — об отдыхе. Но именно тогда у Мавринского и его товарищей возникло убеждение — направление работы клуба выбрано верное, дело начато большое и нужное.

Их первая экспедиция в Шарлык нашла хороший отклик. Отозвались радиолюбители Волгограда. По их просьбе бугурусланцы еще раз побывали в селе Шарлык в январе 1983 г.— поддерживали радиоперекличку на диплом «40 лет Сталинградской битвы». Неожиданно в клуб пришло письмо из Узбекистана — от защитника Дома Павлова Камалджана Тургунова. Он благодарил энтузиастов радиоклуба за патриотическую работу. Дружеская переписка установилась у активистов клуба и с дочерью Родимцева.

Это было начало. А потом — участие в радиоперекличке в честь 40-летия Курской битвы, работа походной станции клуба с мест боев легендарной Чапаевской дивизии, из города Чапаева. Бугурусланский радиоклуб был участником Всесоюзной встречи правофланговых операции «Летопись Великой Отечественной» в городе-герое Волгограде. Операторы его радиостанции — активные корреспонденты «круглых столов» радиоэкспедиции «Победа-40». Традиционными здесь стали связи в эфире «По местам ратной славы советского народа».

Коротковолновикам из Бугуруслана хорошо знакомы позывные многих радиолюбителей — участников войны. Изучение и пропаганда героических традиций родного края, Советской Армии стали стержневым направлением в деятельности самодеятельного клуба, придали ей широкое общественное звучание. Сегодня клуб хорошо знают в городе, он стал одним из центров военно-патриотической работы, объединившим более ста молодых патриотов.

Растут ряды поклонников радиоспорта в Бугуруслане, расширяется сфера приложения их сил. Члены клуба участвуют во встречах с ветеранами, проводят уроки мужества, два раза в году устраивают городские радиовыставки. В активе спортсменов — победы в областных соревнованиях. Успехи в спорте пока не назовешь большими, но можно смело сказать — они впереди. Набирают силу секции КВ связи, радиомногоборья, спортивной радиопеленгации. За короткое время число индивидуальных радиостанций в городе выросло до 50. Оживилась работа секций и кружков в первичных организациях ДОСААФ, созданы новые.

Клуб шефствует над секциями и кружками радиоспорта в средних школах. Совет клуба совместно с комитетом ВЛКСМ нефтегазодобывающего управления «Бугурусланнефть» помогает организовывать досуг ребят, отдыхающих в городском пионерском лагере «Нефтяник». Здесь регулярно проводятся показательные выступления радиоспортсменов, военизированные игры. Активисты смонтировали в лагере оборудование для космической связи через спутники «Радио», создали пункт для наблюдения за эфиром.

При клубе действует консультационно-технический центр, где начинающие радиолюбители могут получить консультации, оформить разрешение для работы в диапазоне 160 м, приобрести необходимые радиодетали.

Руководители клуба постоянно ведут поиск новых форм работы. Недавно, например, учрежден переходящий кубок для лучшего «путешественника эфира». Активисты устраивают в учебных заведениях, на предприятиях города фотовыставки, посвященные ра-

диоспорту. Намечено оказать помощь ряду сельских первичных коллективов ДОСААФ. В планах совета клуба — организация радиоэкспедиций к 100-летию со дня рождения В. И. Чапаева, к 80-летию Мусы Джалиля, родившегося на оренбургской земле.

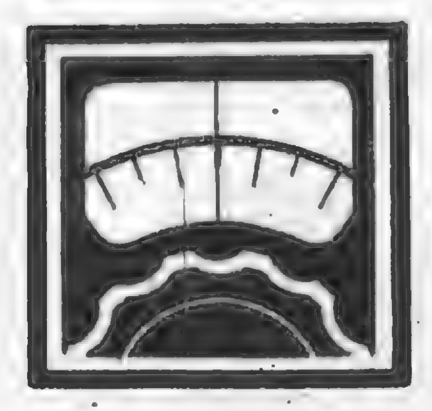
Широкие горизонты распахиваются перед питомцами клуба. Это не только возможность безбрежных странствий в эфире, но и профессиональная ориентация молодежи, приобщение к техническому творчеству. Занятия в клубе помогли в выборе специальности Виктору Суханову, работающему ныне радиомехаником телеателье, Анатолию Филатову и Александру Александрову, которые трудятся на одном из местных заводов... Таких примеров мне назвали добрый десяток.

Многие из радиолюбителей известны в своих трудовых коллективах как активные новаторы. На счету Мавринского, например, больше десятка сложных технических разработок, нашедших применение при нефтедобыче. Ему присуждено звание «Отличник изобретательства и рационализации».

Словом, если можно так выразиться, социальная сторона деятельности клуба довольно высока. Но она могла быть еще большей, будь у клуба другие условия для работы. Ему давно уже тесно в единственной полуподвальной комнате городского спортивно-технического клуба ДОСААФ, в которой к тому же проводятся занятия с хозрасчетными группами. «Красная звезда»— единственное, пожалуй, в Оренбуржье объединение спортсменов-радиолюбителей, планомерно ведущее **коллективную**, подчеркиваем это слово, работу по военно-патриотическому воспитанию молодежи. Однако деятельностью клуба всерьез пока не интересовались ни обком ДОСААФ, ни областная ФРС. Между тем — «самодеятельный» вовсе не означает пущенный на самотек. Энтузиасты, живущие и работающие вдали от областного центра, особенно остро нуждаются и в материальной поддержке, и в квалифицированной методической помощи, и, наконец, просто в добром участии.

... «Красная звезда»— в этом названии радиоклуба есть особый, высокий смысл. И состоит он в том, что увлекательные патриотические дела радиолюбителей Бугуруслана освещены алым светом символа воинской доблести. Светом подвига и устремленности в будущее.

М. БОБЫЛЕВ



Методика расчета П-контура передатчика

Анализ П-контура

В связи с непрерывным ростом числа любительских радиостанций все более острыми становятся проблемы уменьшения взаимных помех между ними, а также их электромагнитной совместимости с бытовой радиоприемной и телевизионной аппаратурой. Напомним, что помехи, создаваемые радиопередающими устройствами, могут свидетельствовать о наличии у них внеполосных и побочных излучений.

Внеполосные излучения — это радиоизлучения в полосах частот, непосредственно примыкающих к основной полосе, ширина которой является необходимой для передачи информации с заданными качеством и скоростью [1, 2]. Они образуются как продукты модуляции или телеграфной манипуляции и приводят к тому, что радиостанция занимает в эфире полосу частот, значительно более широкую, чем это требуется.

Побочные излучения представляют собой неосновные излучения (за исключением внеполосных) на гармониках основного сигнала, различного вида паразитные излучения, а также комбинационные и интермодуляционные излучения. Общесоюзными нормами [2] предусмотрено, что в диапазоне частот ниже 30 МГц мощность побочных излучений передатчиков* с выходной мощностью до 500 Вт должна быть как минимум на 40 дБ меньше мощности излучения на основной частоте. Аналогичное требование распространяется и на УКВ передатчики мощностью менее 25 Вт, работающие в диапазоне 30...470 МГц. Причем максимальный уровень их побочных излучений не должен превышать 25 мкВт.

К сожалению, еще далеко не все любительские радиостанции из-за недостаточно тщательной регулировки передающей аппаратуры удовлетворяют Общесоюзным нормам на допустимую ширину полосы излучаемых частот и уровень побочных излучений.

Методы устранения различного вида помех, создаваемых передатчиком, а также улучшения других его качественных показателей неодинаковы и должны рассматриваться раздельно. Настоящая статья касается вопросов подавления побочных излучений на гармониках.

Как бы хорошо не были отлажены все предварительные каскады передатчика, в анодном (коллекторном) токе электронного прибора (ЭП) оконечного каскада неизбежно присутствуют высшие гармонические составляющие основного сигнала. Поэтому ослабить побочные излучения на гармониках можно, лишь включив между ЭП оконечного каскада и антенной фильтрующий узел связи (УС). Кроме фильтрации УС должен трансформировать сопротивление нагрузки передатчика $R_н$ (входное сопротивление фидера антенны) в активное сопротивление $R_э$, равное требуемому оптимальному значению сопротивления нагрузки ЭП, при котором обеспечивается выбранный режим его работы по выходной цепи. Кроме этого УС должен пропускать заданную полосу частот, иметь высокий КПД, быть достаточно простым по конструкции и удобным в регулировке.

В радиолюбительской аппаратуре в качестве УС используют, как правило, одиночный колебательный контур в разных вариантах включения (рис. 1). Выводы 1 и 2 подключают по высокой частоте к ЭП, 3 и 4 — к фидеру антенны. Входное сопротивление контуров $R_э$, являющееся нагрузочным для ЭП, представляет собой трансформированное сопротивление $R_н$, нагружающее пере-

* В общем случае под мощностью побочного излучения понимается средняя мощность, подводимая к фидеру антенны на частоте побочного излучения при работе передатчика на основной частоте в определенном для каждого класса излучения режиме, оговоренном для каждого класса излучения режиме, оговоренном Общесоюзными нормами. У маломощных передатчиков ($P \leqslant 500$ Вт), к числу которых относятся передатчики любительских радиостанций, мощность побочных излучений измеряется на эквиваленте антенны при отдаче передатчиком номинальной мощности на основной частоте

датчик. Все УС показанные на рис. 1, позволяют обеспечить заданный режим работы ЭП по его выходной цепи.

Узлы, построенные по схемам рис. 1, а, б, по своим электрическим параметрам идентичны и начали применяться еще на заре коротковолнового радиолюбительства. Схема, изображенная на рис. 1, в, впервые в журнале «Радио» была опубликована в 1950 г. [3]. В соответствии со своей конфигурацией она получила название П-контура.

По конструкции П-контур несколько сложнее первых двух контуров связи, но у него и существенно выше качественные показатели. Так, если у первых коэффициент фильтрации по току $K_I=I_1/I_n$ высших гармонических составляющих равен $K_I'=Q(n^2-1)$ [4], то у него он составляет

$$K_I=Qn(n^2-1), \qquad (1)$$

где Q — эквивалентная добротность контура, нагруженного сопротивлением $R_н$, а n — номер гармоники выходного тока ЭП [5].

Таким образом, при равной эквивалентной добротности коэффициент фильтрации П-контура в n раз выше, чем у двух первых контуров (см. рис. 1, а, б), при одинаковом K_I он пропускает на основной частоте более широкую полосу частот и обладает более высоким КПД. Наконец, он способен трансформировать сопротивление $R_н$ как в сторону повышения, так и в сторону понижения. Расчеты показывают, что применение на выходе любительского передатчика лишь одного П-контура позволяет при достаточно высоком его КПД (90...96 %) полностью удовлетворить Общесоюзным нормам на степень подавления побочных излучений для всех классов излучений, разрешенных любительским радиостанциям.

Благодаря простоте конструкции, удобствам в регулировке и высоким качественным показателям, П-контур кроме оконечных каскадов широко применяется в качестве цепей межкаскадной связи в транзисторных передатчиках, в предоконечных каскадах ламповых передатчиков, в которых лампа в оконечном каскаде включена по схеме с заземленной сеткой.

Но несмотря на кажущуюся простоту П-контура, чтобы оптимально использовать его возможности, требуется точный расчет. Однако приводимые в популярной литературе приближенные формулы дают удовлетворительные результаты только для ограниченной области его использования, причем критерии их применимости порою не оговорен. В результате ошибки в расчете отдельных элементов П-контура по таким формулам (например емкости C2) могут превысить сотни процентов. Более того может случиться, что рассчитанный П-контур окажется нереализуемым. В связи с этим остановимся кратко на основных свойствах П-контура.

Для удобства рассмотрения преобразуем схему рис. 1,в в эквивалентные ей (рис. 2). Здесь $X1=1/\omega C1$, $X2=1/\omega C2$, $X_{L1}=\omega L1$, r_{L1} — активное сопротивление потерь катушки L1. Цепочка из последовательно соединенных вносимых сопротивлений $r_{вн2}$ и $X_{вн2}$ в схеме рис. 2 получена в результате пересчета параллельно соединенных X2 и $R_н$ в эквивалентную последовательную цепь. Здесь

$$r_{вн2}=R_н X2^2/(R_н^2+X2^2), \qquad (2)$$

$$X_{вн2}=R_н^2 X2/(R_н^2+X2^2). \qquad (3)$$

Из рис. 2 видно, что на полном активном сопротивлении $r=r_{L1}+r_{вн2}$ нагруженного П-контура расходуется вся энергия $P_э$, отдаваемая ЭП. Полезной же является мощность $P_н$, выделяемая на $r_{вн2}$, которая поступает в фидер антенны. Отсюда КПД П-контура

$$\eta=P_н/P_э=r_{вн2}/(r_{L1}+r_{вн2})\approx 1-Q/Q_{xx}, \qquad (4)$$

где $Q_{xx}=\omega_0 L1/r_{L1}$ — добротность ненагруженного П-контура (добротность холостого хода). Приближенная фор-



Всю жизнь Константин Александрович Шульгин имеет самое непосредственное отношение к связи. В 1934 г. пятнадцатилетним пареньком он пришел на радиозавод. Потом — рабфак, а в 1938 г.— стал студентом Московского электротехнического института связи. Чуть позже был сделан первый шаг в эфире. Сначала в качестве оператора студенческой коллективной КВ станции, а затем — личной радиостанции с позывным U3BA.

Война нарушила все планы Шульгина, но не разлучила с радиосвязью.

— Через несколько дней после начала Великой Отечественной войны,— вспоминает Константин Александрович,— группа коротковолновиков-комсомольцев института, в которую входил и я, подала заявление о направлении на фронт. Нашу просьбу удовлетворили, и мы, как добровольцы, вскоре были призваны по специальному набору в разведорганы. Вместе с моим однокурсником Д. Г. Горбанем (UA3DG) меня направили на Западный фронт.

По многим фронтовым дорогам довелось пройти Шульгину с июля сорок первого до конца войны (для него она закончилась в Вене). Сначала был рядовым радистом, потом — начальником подвижной радиостанции. Обеспечивал командование связью с разведгруппами специального назначения, находящимися в глубоком тылу у фашистов, с партизанскими соединениями. В трудные минуты его часто выручала радиолюбительская закалка.

После демобилизации Константин Александрович вернулся на студенческую скамью. Стал дипломированным инженером, защитил кандидатскую диссертацию, получил звание доцента. Многие годы он занимается педагогической и научной работой, 13 лет был проректором Всесоюзного заочного электротехнического института связи. В его активе девять авторских свидетельств, семь иностранных патентов. Два его изобретения легли в основу разработок отечественных узкополосных дисковых ЭМФ.

И все годы Константин Александрович, автор почти двух десятков материалов в журнале «Радио», остается верным радиолюбительству. Его позывной UA3DA регулярно звучит в эфире вот уже 39 лет! 15 раз К. А. Шульгин побеждал во всесоюзных и международных соревнованиях по радиосвязи на КВ, 14 раз становился призером. Ему присвоены спортивные звания мастер дальних связей, мастер радиолюбительского спорта, мастер спорта СССР, почетный мастер спорта СССР. С 1970 г. он член президиума Федерации радиоспорта СССР, 12 лет возглавлял ее КВ комитет. Сейчас заслуженный связист РСФСР К. А. Шульгин — заместитель председателя ФРС СССР.

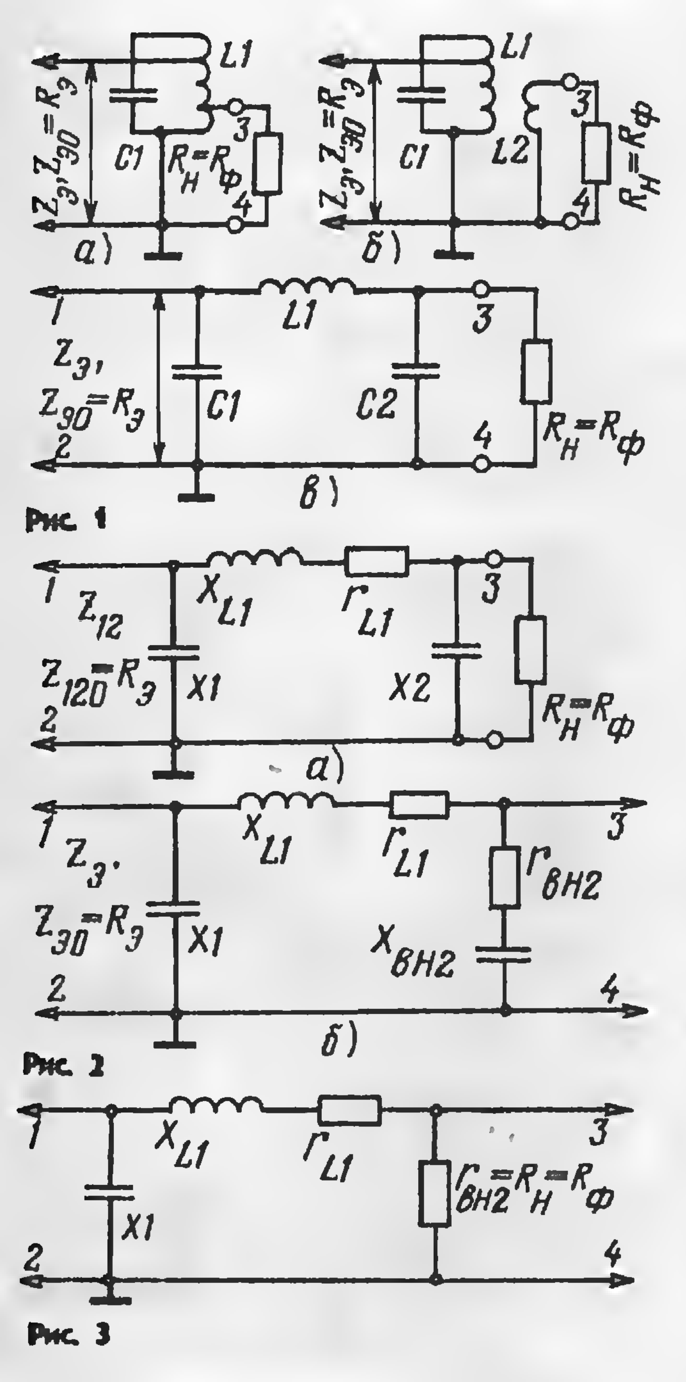


Рис. 1
Рис. 2
Рис. 3

мула пригодна, когда $Q_{xx}>Q$, что обычно имеет место.

Полное входное сопротивление П-контура (рис. 2) в комплексной форме равно

$$Z_{\text{э}}=\frac{rX1^2}{r^2+(X_{L1}-X_{\text{вн2}}-X1)^2}-jX1\,\frac{r^2+(X_{L1}-X_{\text{вн2}})(X_{L1}-X_{\text{вн2}}-X1)}{r^2+(X_{L1}-X_{\text{вн2}}-X1)^2}. \qquad (5)$$

Для нормальной работы передатчика необходимо, чтобы на заданной частоте f_0 входное сопротивление $Z_{\text{э0}}$ было чисто активным и равным $R_{\text{э}}$. Это происходит тогда, когда мнимая часть выражения (5) равна 0, т. е. когда

$$r^2+(X_{L1}-X_{\text{вн2}})(X_{L1}-X_{\text{вн2}}-X1)=0. \qquad (6)$$

В этом случае

$$Z_{\text{э0}}=R_{\text{э}}=rX1^2/[r^2+(X_{L1}-X_{\text{вн2}}-X1)^2] \qquad (7)$$

Решив систему уравнений (2) — (4), (6) и (7), получим точные соотношения, описывающие П-контур и позволяющие определить числовые значения его элементов:

$$X2=\frac{R_{\text{э}}-\eta R_{\text{н}}}{\sqrt{N(Q^2+1+\eta^2)/\eta-N^2-1}-Q}, \qquad (8)$$

$$X1=R_{\text{э}}X2/(QX2-\eta R_{\text{н}}), \qquad (9)$$

$$X_{L1}=R_{\text{н}}X2^2Q/\eta(R_{\text{н}}^2+X2^2), \qquad (10)$$

где $N=R_{\text{э}}/R_{\text{н}}$ — коэффициент трансформации сопротивлений П-контуром.

Теперь выясним критерий, при котором для заданных $R_{\text{н}}$ и Q П-контур еще может обеспечить коэффициент трансформации, необходимый для получения на входе требуемого значения $R_{\text{э}}$. Нетрудно видеть, что такая критическая ситуация наступает, когда знаменатель выражения (8) обращается в нуль, т. е. когда

$$\sqrt{N(Q^2+1+\eta^2)/\eta-N^2-1}-Q=0. \qquad (11)$$

При этом X2 становится равным бесконечности, емкость конденсатора C2 — нулю, и П-контур превращается в Г-образный контур (рис. 3).

Величины $R_{\text{э}}$ и $R_{\text{н}}$ являются здесь строго заданными, поэтому варьировать можно только эквивалентной добротностью Q. Из (11) найдем критическое значение эквивалентной добротности, при которой образуется Г-контур: $Q_{\text{кр}}=\sqrt{\eta R_{\text{э}}/R_{\text{н}}-1}$. Отсюда условие реализуемости П-контура:

$$Q>Q_{\text{кр}}=\sqrt{\eta R_{\text{э}}/R_{\text{н}}-1}. \qquad (12)$$

Приняв в выражении (12) $Q=Q_{\text{кр}}$, получим следующие соотношения для расчета Г-образного контура:

$$X1=R_{\text{э}}/\sqrt{\eta N-1}. \qquad (13)$$

$$X_{L1}=R_{\text{э}}\sqrt{\eta N-1}/\eta N. \qquad (14)$$

В силу ряда специфических особенностей Г-контур редко используется для связи ЭП с антенной. В частности, из-за однозначной зависимости между N и Q он не позволяет реализовать оптимальное значение добротности, весьма чувствителен к изменению параметров антенны, не допускает оперативной регулировки коэффициента трансформации и, наконец, обладает худшим, чем П-контур, коэффициентом фильтрации гармоник. Так, при $Q>5$ $K_{i\Gamma}=Q(n^2-1)$. В то же время из-за простоты его широко применяют для межкаскадной связи.

Определенный практический интерес представляет частный случай построения П-контура, при котором все его реактивные сопротивления по абсолютной величине равны между собой $|X1|=|X2|=|X_{L1}|=X$. Теоретически такое исполнение возможно только при $\eta=1$. Однако в связи с тем, что эквивалентная добротность такого П-контура при реально применяемых коэффициентах трансформации невелика, его КПД близок к единице ($\eta=0{,}95...0{,}99$). Приняв $\eta=1$, из уравнения (7) получим: $R_{\text{э}}=X^2/R_{\text{н}}$.

Особенностью этого П-контура является то, что его входное сопротивление $R_{\text{э}}$ независимо от $R_{\text{н}}$ всегда активно, т. е. он не расстраивается при изменении $R_{\text{н}}$. При увеличении $R_{\text{н}}$ сопротивление $R_{\text{э}}$ уменьшается, при уменьшении — растет. Это позволяет легко подобрать оптимальное значение $R_{\text{э}}$ для используемого ЭП. Требуемое значение X вычисляется по формуле:

$$X=\sqrt{R_{\text{э}}R_{\text{н}}} \qquad (15)$$

Необходимо иметь в виду, что эквивалентная добротность Q рассматриваемого П-контура является нерегулируемой, близка к критической и однозначно определяется заданным коэффициентом трансформации N:

$$Q=(R_{\text{э}}+\eta R_{\text{н}})/X\approx(N+1)/\sqrt{N}. \qquad (16)$$

Зависимости эквивалентной добротности от N, а также получающегося при этом КПД при $Q_{xx}=250$ приведены в табл. 1.

N	5	10	15	25	50	100
Q	2,68	3,48	4,13	5,20	7,20	10,1
η	98,9	98,6	98,3	97,9	97,1	96

Данный П-контур целесообразно применять тогда, когда к его эквивалентной добротности не предъявляется особых требований (например, в качестве цепи связи между промежуточными каскадами в транзисторном передатчике).

Методика расчета

При проектировании П-контура приходится решать ряд противоречивых задач. В первую очередь, он должен удовлетворять двум основным требованиям: трансформировать входное сопротивление фидера в требуемое сопротивление $R_{\text{э}}$ и снижать уровень гармоник тока, поступающих в фидер, по крайней мере, до установленной ГОСТом нормы. Кроме того нужно, чтобы П-контур имел высокий КПД, пропускал заданную полосу частот, обеспечивал работу в пределах каждого из заданных диапазонов частот при минимальной подстройке узла.

Одновременно в полной мере удовлетворить всему сочетанию перечисленных показателей удается далеко не всегда. Например, для уменьшения уровня побочных излучений на гармониках требуется увеличить Q. Это приводит к снижению КПД П-контура и сужению его полосы пропускания, что может вызвать необходимость подстройки П-контура в пределах диапазона. Поэтому нередко приходится принимать компромиссные

решения, исходя из того, что в данном случае является наиболее важным.

В приводимой методике расчета принято во внимание, что перекрытие по частоте в каждом из любительских диапазонов невелико и лежит в пределах от 1,41 до 6,7 %. Это позволяет считать входное сопротивление фидера в пределах каждого диапазона постоянным, а КСВ — близким к 1.

Основными исходными величинами для расчета П-контура являются сопротивления $R_н$, $R_э$ и необходимый коэффициент подавления побочных гармонических излучений $K_{гп}$.

Сопротивление $R_э$ определяют в ходе расчета выходного каскада передатчика. Если такой расчет по каким-либо причинам не производился, то $R_э$ с достаточной для практических целей точностью можно найти по формуле:

$$R_э=\xi^2E^2/2P_м\approx(0{,}4...0{,}45)E^2/P_м, \quad (17)$$

где $P_м$ — максимальная (пиковая) мощность в критическом режиме, E — постоянное напряжение питания, приложенное к ЭП, $\xi=U_\sim/E$ — коэффициент использования напряжения E ($U_\sim$ — переменная составляющая напряжения на аноде лампы или коллекторе транзистора). Для большинства генераторных тетродов и пентодов, а также транзисторов ξ лежит в пределах 0,85...0,95. Его точное значение можно определить по выходным характеристикам ЭП.

Если задана подводимая мощность P_0, то

$$R_э=\xi\alpha_0E^2/\alpha_1P_0\approx(0{,}57...0{,}6)E^2/P_0. \quad (18)$$

Здесь $\alpha_0=I_0/I_м$, $\alpha_1=I_1/I_м$ — коэффициенты разложения импульса $I_м$ выходного тока ЭП для постоянной составляющей I_0 и первой гармоники I_1 соответственно, зависящие от выбранного угла отсечки Θ. Приближенное выражение в последней формуле дано для $\Theta=90°$ и ξ, лежащим в пределах 0,9...0,95.

Расчет П-контура начинают с определения требуемого коэффициента фильтрации $K_{іп}$ гармонических составляющих по току. Напомним, что в относительных единицах коэффициенты фильтрации по мощности и по току связаны соотношением $K_{рн}=K_{іп}^2$. Выраженные в логарифмических единицах они численно равны между собой. Таким образом в соответствии с установленной [2] нормой подавления побочных излучений на 40 дБ необходимый результирующий $K_{іп}=100$.

При расчете требуемого значения $K_{іп}$ необходимо учитывать, что токи гармонических составляющих меньше тока первой гармоники. В соответствии с этим

$$K_{іп}=K_{іп}I_п'/I_1=100I_п/I_1, \quad (19)$$

где $I_п'$ — эквивалентная интенсивность n-й гармоники тока для заданного класса излучения. Если радиостанция может работать разными классами излучения, то расчет ведут для того случая, при котором П-контур должен обеспечить максимальный $K_{іп}$.

Наиболее интенсивной для всех используемых на практике углов отсечки Θ тока ЭП выходного каскада передатчика является вторая гармоника. Поэтому расчет целесообразно производить для нее. Из (1) следует, что в этом случае для обеспечения требуемого коэффициента фильтрации по второй гармонике эквивалентная добротность нагруженного П-контура должна быть

$$Q\geqslant Q_н=K_{іп}/6. \quad (20)$$

Затем по формуле

$$Q_н\geqslant Q_{кр}=\sqrt{\eta R_э/R_н-1} \quad (21)$$

выясняют возможность практической реализации П-контура. Если это неравенство не выполняется, необходимо взять Q большим. Окончательно Q целесообразно выбирать несколько большим, чем $Q_н$. Это, не снижая заметно КПД П-контура, создает некоторый запас по подавлению побочных излучений, могущих превысить норму при плохом согласовании передатчика с антенной. КПД П-контура следует определить по формуле (4), имея в виду, что добротность $Q_{хх}$ ненагруженного контура в оконечном каскаде передатчика обычно равна 250...300. В то же время, выбирая Q, следует учитывать, в какой мере без дополнительной подстройки П-контура будет ослабляться отдаваемая в нагрузку полезная мощность на краях рабочего диапазона частот или в пределах его отдельных участков. Это может служить критерием для выбора максимального значения Q (при сохранении условия 21).

После окончательного выбора Q по формулам (8)—(10) рассчитывают элементы П-контура.

Емкость (в пФ) конденсаторов и индуктивность (в мкГн) катушки определяют по формулам:

$$C=\frac{159{,}2\cdot10^3}{f_0X_c}, \quad (23)$$

$$L=\frac{0{,}159X_{L1}}{f_0}. \quad (24)$$

В них f_0 — средняя частота диапазона в МГц.

При окончательном определении емкостей C1 и C2 необходимо иметь в виду, что параллельно конденсаторам C1 и C2 подключены суммарные емкости монтажа C_{01} и C_{02} соответствующей части П-контура. Таким образом $C1=C1_{расч}-C_{01}$ и $C2=C2_{расч}-C_{02}$

(Окончание следует)

К. ШУЛЬГИН (UA3DA)

г. Москва

РАДИОЛИНИЯ «СИГНАЛ»

Окончание. Начало см. на с. 10.

И тогда конструкторы пошли по единственно правильному пути: построили «Сигнал» по принципу радиорелейной линии. Принятый сигнал усиливался и вновь передавался в эфир. Использование одного ретранслятора увеличивало дальность связи в два раза.

Война шла к концу. До победы оставались считанные месяцы. Страна начинала перестраивать промышленность на мирный лад. Решено было не развертывать массового производства радиолинии. Ограничились выпуском всего нескольких комплектов радиостанций. Но даже за те последние военные месяцы, что выпали на долю «Сигнала», аппаратура сумела завоевать признание армейских связистов.



И. М. Малев (фото 1946 г.).

Особенно это проявилось в Берлинской операции. Советские войска наступали так быстро, что проводная связь просто не поспевала за штабами частей. Именно в таком положении оказалась 16-я воздушная армия. Часть ее подразделений была западнее, а часть — восточнее Берлина, еще занятого фашистами. И тут «Сигнал» оказался незаменимым. По этой линии корректировались действия авиации. Это было нелегкое дело — противников порой разделяло всего несколько домов. В этих условиях нашим летчикам постоянно нужна была точная информация о продвижении войск — иначе бомбы могли обрушиться на собственные позиции.

«Сигнал» отлично справился с возложенной на него задачей. За его создание группе конструкторов в 1946 г. заслуженно присудили Государственную премию СССР. Они были одними из тех, кто дал путевку в жизнь радиорелейной связи, получившей в наши дни всеобщее признание.

Д. ШЕБАЛДИН

ОСВАИВАЕМ С В Ч ДИАПАЗОН!

Возможные варианты формирования сигнала в телеграфном передатчике показаны на рис. 1. На структурных схемах кроме частотных соотношений указаны и примерные энергетические параметры отдельных каскадов [1, 2]. Следует заметить, что применение утроителей при формировании сигнала передатчика более рационально и выгодно с точки зрения получения высокого КПД, достигающего в этом случае 40...50 % (умножитель на 5 имеет КПД только 10...15 %).

Предлагаемые способы формирования позволяют очень просто решить вопрос перестройки частоты выходного сигнала, так как даже незначительный увод частоты кварцевого резонатора в задающем генераторе известными способами, например, с помощью варикапа или конденсатора переменной емкости, при многократном умножении приведет к изменению выходной частоты в довольно больших пределах. При этом высокая стабильность частоты, присущая кварцевым генераторам, сохраняется. Если перестраивать генератор (рис. 1, а) в пределах 10 кГц, то частота на выходе такого передатчика будет изменяться в интервале 600 кГц. Диапазон перестройки во втором передатчике (рис. 1, б) будет еще больше — 810 кГц, и заметим, это легко осуществимо на практике [3].

На структурной схеме, изображенной на рис. 2, показана возможность формирования сигнала передатчика с помощью отдельного гетеродина и имеющегося в распоряжении радиолюбителя маломощного передатчика на 144 МГц (SSB или с узкополосной ЧМ). Там же указаны примерные энергетические и частотные соотношения [4].

Часть радиолюбителей, занимающихся конструированием связной аппаратуры для сантиметрового диапазона волн, используют в ней отрезки стандартных прямоугольных волноводных секций (волноводов). На практике чаще всего применяют волноводы, в которых удается возбудить основной или простейший тип волны, например H_{10}. Для возбуждения в прямоугольном волноводе волны типа H_{10} можно использовать петлю, расположенную в узкой стенке волновода, или же четвертьволновый штырь, помещенный в середине широкой стенки.

Учитывая, что ультракоротковолновиками накоплен достаточный опыт в настройке варакторных умножителей, работающих в диапазоне 23 см, рассмотрим некоторые особенности конструирования высокочастотных головок, применяемых в качестве оконечной ступени передатчика на 6 см и конвертера на этот же диапазон.

СВЧ головка, показанная на рис. 3, может быть использована и как приемный конвертер и как оконечный каскад передатчика смесительного типа (см. структурную схему на рис. 2). Она собрана в отрезке стандартного волновода длиной 210 мм с внутренним сечением 35×16 мм. Его торцы закрыты латунными пластинками толщиной 0,5 мм, которые при окончательной сборке головки припаивают по всему периметру. Устройство представляет собой совокупность СВЧ смесителя на диоде и последнего каскада варакторного умножителя частоты гетеродина, а также двух фильтров, один из которых настраивают на частоту гетеродина,

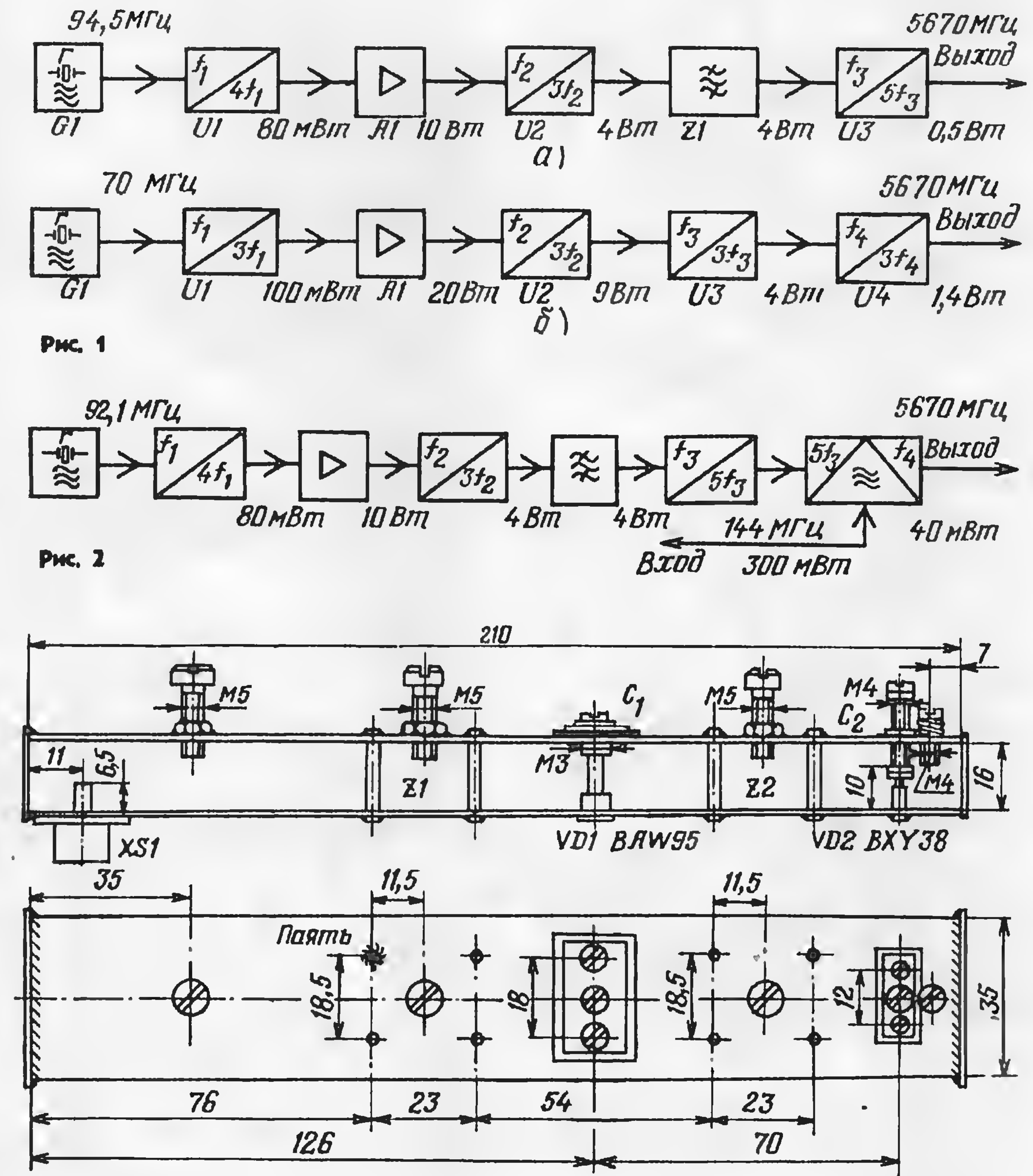


Рис. 1

Рис. 2

Рис. 3

Первую статью обзора «Осваиваем СВЧ диапазон» см. в «Радио», 1985, № 4.

второй на рабочую частоту [4]. Каждый фильтр образован четырьмя стержнями из посеребренной проволоки диаметром 2 мм и регулировочного винта М5. Стержни припаяны с наружной стороны волновода мягким припоем.

Развязывающие конденсаторы смесителя и умножителя частоты самодельные, изготовлены из латунных полосок размерами 25×14×1 мм (С1) и 18×6×2 мм (С2). Пластинки отделены от корпуса волновода изоляционными прокладками из фторопластовой пленки толщиной 0,13 мм размерами 30×18 и 22×10 мм соответственно. Конденсаторы прикреплены капроновыми винтами М3 длиной 5 мм.

Если СВЧ головка будет использоваться как передатчик смесительного типа, то вход смесителя необходимо согласовать с выходом маломощного передатчика на 144 МГц с помощью простейшего узла согласования (рис. 4). Он позволяет подобрать наивыгоднейший режим работы смесителя при больших сигналах. При настройке между контрольной точкой КТ1 и корпусом волновода включают микроамперметр. На вход согласующего устройства (разъем XS1) подают сигнал, частота которого лежит в диапазоне 144 МГц, мощностью 200... 300 мВт. Подстроечными конденсатором С1 и резистором R1 добиваются максимального показания прибора [5]. Затем настраивают входные цепи (см. рис. 1 в материале В. Прокофьева — прим. ред.) и варакторный умножитель. К выходу головки присоединяют измеритель мощности и, регулируя подстроечные винты сначала М4 и у варактора, затем в фильтрах и наконец у выходного штыря, добиваются каждый раз максимального выходного сигнала.

Если головку используют в качестве конвертера, то вначале налаживают гетеродин. Затем смесительный диод волновода соединяют с усилителем ПЧ [6], схема которого приведена на рис. 5*. Между точкой А и корпусом волновода включают микроамперметр, подают напряжение с гетеродина и регулировочным винтом фильтра Z2 добиваются максимального отклонения стрелки прибора. При этом фильтр оказывается точно настроенным на частоту гетеродина. Для настройки фильтра Z1 на частоту принимаемого сигнала, гетеродин временно отключают, на вход конвертера подают сигнал с генератора и подстройкой винта фильтра Z1 добиваются максимального отклонения стрелки микроамперметра.

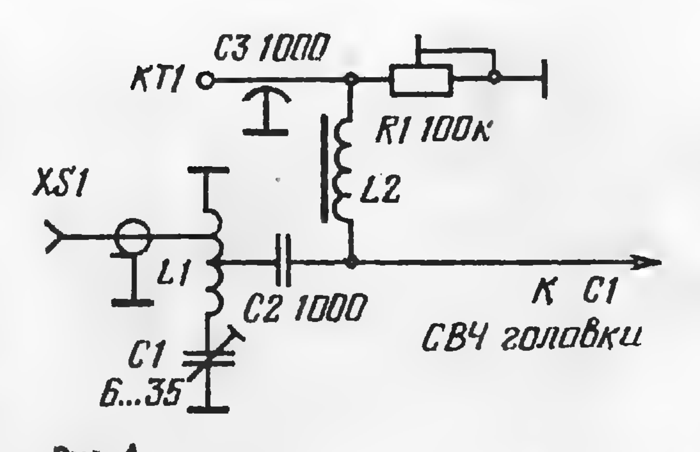


Рис. 4

Рис. 5

Окончательная настройка конвертера заключается в том, что на него подают сигналы гетеродина и генератора, а к контрольной точке узла (см. рис. 5) подключают милливольтметр. Подстраивая по очереди регулировочный винт входной части волновода и у варактора, добиваются максимального показания прибора. Затем прибор переносят на выход усилителя ПЧ и настраивают его на нужную полосу пропускания конденсаторами С3 и С6, а также катушками L2 и L3. Обычно ширина полосы пропускания выбирается в пределах 2...3 МГц.

При повторении СВЧ головки вместо зарубежных элементов можно попробовать использовать диоды Д403, Д405, АА111, А110 (в качестве смесительного), варакторы АА603, КА602, КА609. Если у радиолюбителя не окажется подходящего отрезка стандартного волновода, его можно изготовить самостоятельно из листовой латуни толщиной 1...2 мм. Регулировочные винты (делают из латуни) должны быть с мелкой резьбой.

Катушка L1 (рис. 4) состоит из 6 витков посеребренного провода диаметром 1 мм. Ее внутренний диаметр 6 мм. Отводы сделаны от 1 и 1,5 витков, считая от заземленного вывода. Дроссель L2 намотан на каркасе диаметром 3 мм проводом ПЭВ-2 0,4 длиной 50 см. Аналогично выполнен дроссель в усилителе ПЧ, но более тонким проводом (ПЭВ-2 0,25). Катушка L2 (рис. 5) изготовлена на каркасе диаметром 4 мм с подстроечником 20ВЧ. Она содержит 4 витка посеребренного провода диаметром 1 мм. L3 намотана таким же проводом (5 витков). Внутренний диаметр катушки 6 мм. Отвод сделан от 1-го витка (считая от заземленного вывода).

В заключение несколько практических советов. Так как СВЧ токи распространяются в поверхностных слоях проводников, их желательно серебрить во избежании больших потерь. В то же время это свойство СВЧ токов приводит к тому, что каждый открытый кусочек проводника, полоски хорошо излучает энергию в окружающее пространство, так как он соизмерим с длиной волны. Поэтому все высокочастотные цепи должны быть тщательно заэкранированы и развязаны. Хотя мощности, с которыми придется иметь дело радиолюбителям, очень малы, с СВЧ техникой необходимо обращаться осторожно, соблюдая технику безопасности, особенно при настройке и наладке вновь построенных узлов и блоков СВЧ аппаратуры.

К. ФЕХТЕЛ (UB5WN),
мастер спорта СССР

г. Киев

* Из-за отсутствия резистора в эмиттерной цепи транзистора VT1 термостабильность каскада невысока. Чтобы повысить ее, целесообразно исключить резистор R4. (Прим. ред.).

ЛИТЕРАТУРА

1. **Tomassetti G.** Microonde.— Radio Rivista, 1980, april, p. 429—431.
2. **Neubig B.** Extrem rauscharmer 96-MHz-Quarzoszilator für die UHF/SHF-Frequenzaufbereitung.— UKW - Berichte, 1981, N 1, S. 24—32, N 2, S. 91—100.
3. **Мединец Ю.** Девятидиапазонный трансивер.— Радио, 1984, № 5, с. 19—20.
4. **Morzinck T.** Empfangskonverter für das 6-cm-Band.— UKW-Berichte, 1981, N 3, S. 173—177.
5. **Senckel H.-J.** 6-cm-Sender für FM und SSB.— UKW-Berichte, 1982, N 2, S. 173—177.
6. **Heldemann R.** Empfangsmischer für das 6-cm-Band.— UKW-Berichte, 1979, N 3, S. 142—146.



Подготовка данных для работы через RS

В журнале «Радио» уже публикова-ись материалы по математическому беспечению расчета исходных данных ля работы через радиолюбительские путники связи и частичной их авто-атизации с помощью микрокалькуля-оров. Новые отечественные про-раммируемые микрокалькуляторы Электроника Б3-34», «Электроника МК-54» и «Электроника МК-56» (отли-аются друг от друга внешним видом и надписями на передней панели) позволяют произвести полную автоматизацию вычисления исходных данных. Ниже приводятся две программы для них. По первой определяют долготу, отсчитываемую к западу от нулевого меридиана, и время прохождения восходящего узла спутником. Кроме того, в результате расчета становятся известными номер витка, для которого произведен расчет, и дата. Исходными для этой программы служат данные прогноза, публикуемые в газете «Советский патриот».

По второй программе находят для заданного момента времени сферические координаты спутника относительно наземной станции — азимут А (отсчитываемый от направления на север по часовой стрелке), угол подъема спутника над горизонтом (угол места) и дальность d от станции до спутника. Одной из исходных величин в этой программе является шаг расчета по времени $\Delta\tau$. Если в заданный момент времени τ_0 спутник еще не вошел в зону радиовидимости наземной станции, то происходит автоматический переход к точке $\tau_1=\tau_0+\Delta\tau$. Если и в ней спутник не виден, то расчет ведется для следующей точки и так до $\tau_n=\tau_0+n\Delta\tau$, где он виден.

Для облегчения пользования программами приведены инструкции по их применению и контрольные задачи, которые служат как для определения правильности ввода программы, так и для уяснения механизма пользования ими. Программы написаны на языке обозначений клавиш микрокалькуляторов. Обратные тригонометрические функции обозначены степенью —1. Операции нажима префиксной клавиши и ввода программы в микрокалькулятор опущены.

Инструкция к программе 1

1. Ввести в регистры памяти данные из прогноза об исходном витке: номер витка N_0 — в регистр 0, дату — в регистр А, время прохождения узла t_{00} — в часах и десятичных долях часа — в регистр 1, период обращения Т — в часах и десятичных долях часа — в регистр 2, долготу восходящего узла — в регистр 3, смещение долготы восходящего узла за один виток — в регистр 4.
2. Задаться шагом расчета $\Delta N = N - N_0$ (N — номер витка, для которого ведется расчет) и ввести ΔN в регистр 5.
3. Нажав клавиши «В/О», «С/П», произвести расчет для первой точки.
4. Считать полученные результаты. Номер витка, для которого выполнен расчет, находится в регистре X (непосредственно индицируется после окончания расчета), дата — в регистре А (для ее индикации нажать клавиши «ИП», «А»), время прохождения восходящего узла — в регистре В («ИП», «В»), долгота — в регистре С («ИП», «С»). Если полученное значение даты больше числа дней в месяце, в котором был виток N_0, то из полученного числа необходимо вычесть число дней исход-



В довоенные годы знакомство Вла-димира Аркадьевича Хмелюка с радио ограничивалось в основном прослушиванием передач. Был дома репродуктор «Рекорд», а позже — супер СВД-9М. По радио же 22 июня 1941 г. он услышал грозное: «Война...»

— Как и большинство моих сверстников,— вспоминает В. А. Хмелюк,— я не понимал всей глубины бедствий и испытаний, обрушившихся на нашу Родину. Мы осаждали военкомат, требовали отправки на фронт и боялись только, что война закончится без нас.

Нет, не взяли Володю Хмелюка, сына командира Красной Армии, в сорок первом на фронт, хотя и красовались на лацкане его пиджака значки «Готов к труду и обороне СССР», «Ворошиловский стрелок», «Ворошиловский всадник». Возрастом не вышел. Только в следующем году, после десятилетки, призвали в армию. Выбор военной специальности определился разнарядкой, которая была в военкомате. А по ней выходило — идти ему в связисты. Шел без энтузиазма, с одной лишь мыслью — раз надо, значит надо.

После краткосрочного обучения Хмелюк командовал взводом связи в 132-м пограничном полку, воевавшем вначале на Западном, а потом — на 3-м Белорусском фронтах. Немало трудностей пришлось преодолеть молодому командиру. За участие в боевых действиях В. А. Хмелюк получил немало благодарностей, награжден медалями «За отвагу», «За взятие Кенигсберга», «За победу над Германией в Великой Отечественной войне 1941—1945 гг.».

В 1954 г. Владимир Аркадьевич стал дипломированным инженером и начал трудиться в одном из НИИ, а в 1966 г. защитил кандидатскую диссертацию.

Не чужды Владимиру Аркадьевичу и радиолюбительские интересы. С 1975 г. он помогает ФРС СССР в развитии радиолюбительской космической связи.

Публикуемая здесь статья безусловно будет полезна радиолюбителям, работающим через ИСЗ серии «Радио».

Программа 1

```
1   ИП1 ИП2 ИП5  ×   +   П1  2   4   ÷
—   x<0 28  Bx  ПП  83  П9  2   4   ×
ИП1 —   /-/ П1  ИП9 ИПЯ +   ПЯ  ИП1 ПП
83  П9  ИП1 —   /-/ 6   0   ×   ПП  88
1   0   0   ÷   ИП9 +   ПВ  1   ИП3 ИП4
ИП5 ×   +   П3  3   6   0   П6  ÷   —
x<0 72  Bx  П7  ПП  83  ИП7 —   /-/ ИП6
×   П3  ИП3 ПП  88  ПС  ИП0 ИП5 +   П0
С/П БП  00  1   ,   8   1/x —   1   ВП
7   +   Bx  —   В/О
```

Программа 2

```
ИП8 ИП0 +   П0  ИП5 ×   cos Bx  sin x>0
89  ИП4 ×   sin^-1  ПС  cos ÷   cos^-1  ИП2 +
ИП0 ИП6 ×   —   ПВ  sin ИП1 cos ИПС tg
×   ИП1 sin ИПВ cos ×   —   ПЯ  ○   ПП
92  XY  ИПЯ ÷   tg^-1   ПП  92  +   +   ПЯ
sin ÷   ИПС cos ×   sin^-1  ПС  cos ИП7 ИП3
÷   —   x>0 00  ИП3 x^2 ИП7 x^2 +   2
ИП3 ИП7 ×   ×   ИПС cos ×   —   √   ПЯ
1/x ИП3 ИПС sin ×   ×   cos^-1  ИП0 С/П ИПД
БП  01  x<0 96  ИП9 В/О 0   В/О
```

ного месяца, и новое число записать в регистр А. Время указывается в часах и минутах, которые стоят после запятой.

5. Чтобы получить последующие точки, в регистр 5 нужно записать новое значение ΔN и нажать клавишу «С/П». Считывание результатов производится так, как об этом сказано в пункте 4.

Инструкция к программе 2

1. Переключатель «Р—Г» поставить в положение «Г».

2. Ввести данные в регистры памяти: широту наземной станции — в регистр 1, радиус орбиты r ($r = 331{,}37501T^{2/3}$, где T — период обращения спутника в минутах) — в регистр 3, 360/T — в регистр 5, sin i (i — наклонение орбиты) — в регистр 4, угловую скорость вращения Земли — 0,2506844 — в регистр 6, радиус Земли — 6371 — в регистр 7, 180 — в регистр 9, полупериод обращения спутника в минутах, округленных в большую сторону до целой минуты — в регистр Д.

3. Определить вспомогательную величину $\Lambda = 360 - \lambda_0 - \lambda$ (λ_0 — долгота восходящего узла, λ — долгота наземной станции) и ввести ее в регистр 2.

4. Задаться шагом по времени Δτ и ввести его в регистр 8.

5. Задаться временем $\tau = t - t_0$ (t — время, для которого производится расчет, t_0 — время прохождения восходящего узла) и ввести его в регистр X.

6. Нажав клавиши «БП», «0», «3», «С/П», произвести расчет для первой точки.

7. Считать полученные результаты. На индикаторе после вычислений отображается время τ_N. Чтобы получить угол места, надо нажать клавишу «XY». Значение азимута хранится в регистре А («ИП», «А»), дальность — в регистре В («ИП», «В»).

8. Изменить шаг (если это необходимо) и ввести его новое значение в регистр 8. Нажав клавиши «В/О», «С/П», получить данные для следующей точки.

Контрольные задачи к программе 1

Исходные данные: 18 мая 1985 г., ИСЗ «Радио-8», $N_0 = 15001$, $t_0 = 1{,}5$ ч, $\lambda_0 = 295°$, $T = 1{,}9960443$, $\Delta\lambda = 30{,}067663°$.

1. ΔN=1. Решение: 1 П5 В/О С/П.
Результат: N=15002, дата — 18, $t_0 = 3$ ч 30 мин, $\lambda_0 = 325°$.

2. ΔN=11. Решение: 11 П5 С/П.
Результат: N=15013, дата — 19, $t_0 = 1$ ч 27 мин, $\lambda_0 = 296°$.

Время решения каждой задачи около 40 с.

Контрольные задачи к программе 2

Исходные данные: 18 мая 1985 г., станция находится в Москве (φ=55,8°, λ=37,6°), ИСЗ «Радио-8», N=15002, $t_0 = 3$ ч 30 мин, $\lambda_0 = 325$, T=119,76266 мин, 360/T=3,0059452, r=8051,3232 км, sin 83° =0,99254616.

1. Λ=360—325—37,6=—2,6 — в П2, Δτ=2 — в П8, τ=0. Решение: БП 03 С/П.
Результат: $\tau_N = 8$ мин, угол места — 6,1568509≈6°, А=182,57963≈183°, d=4286,7248≈4287 км. Время решения — 3,5 мин.

2. Δτ=—2 — в П8, τ=32. Решение: БП 03 С/П.
Результат: $\tau_N = 30$ мин, угол места — приблизительно 4,1°, А≈12,5°, d≈4487,5 км. Время решения — около 2 мин.

В. ХМЕЛЮК

г. Мытищи Московской обл.



КРИВОЛИНЕЙНАЯ АНТЕННА

До последнего времени основным элементом направленных антенн являлся линейный диполь, диаграмма направленности которого имеет вид восьмерки. На международной конференции по антеннам и распространению радиоволн в Лондоне в 1979 г. была высказана идея построения криволинейных антенн, и с тех пор их исследованием занимаются многие лаборатории мира.

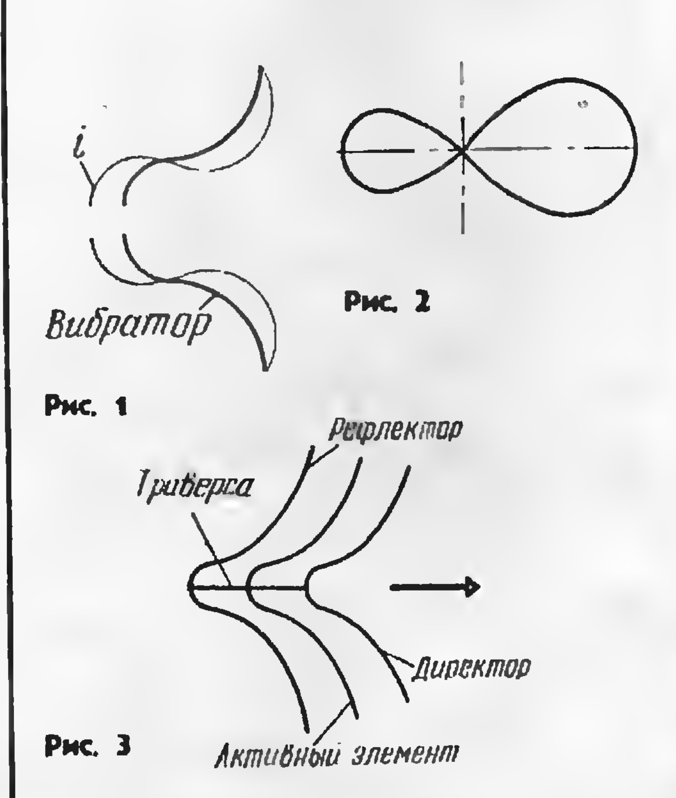


Рис. 1

Рис. 2

Рис. 3

Если взять диполь длиной 3λ/2 и изогнуть так, как показано на рис. 1, то его диаграмма направленности будет соответствовать диаграмме двухэлементной антенны (рис. 2). Экспериментальная трехэлементная криволинейная антенна (рис. 3) по сравнению с изотропным излучателем давала выигрыш в усилении на 11,5 дБ или по сравнению с диполем — на 9,4 дБ. Отношение излучений «вперед/назад» было 26 дБ. Уровень боковых лепестков не превышал —20 дБ.



НА КУБОК И ПРИЗЫ ЖУРНАЛА «РАДИО»

В конце июня в г. Клайпеде Литовской ССР пройдут очередные всесоюзные очно-заочные соревнования по радиосвязи на КВ на кубок журнала «Радио» и соревнования по связи через радиолюбительские спутники на призы журнала. Они посвящены 40-летию Победы советского народа в Великой Отечественной войне.

В заочной части обоих состязаний могут участвовать команды коллективных (в составе не менее двух человек) и операторы индивидуальных радиостанций, наблюдатели и команды коллективных наблюдательских пунктов (также в составе не менее двух человек).

Обращаем внимание радиолюбителей, что в положение соревнований **внесены изменения**, касающиеся как очных, так и заочных участников.

Состязания по радиосвязи на КВ телеграфом пройдут 29 июня с 12.00 до 15.00 (время московское) на диапазонах 40 и 20 м. Каждый из очных участников (а в команде их три) выйдет в эфир два раза на 30 мин с промежутком в один час. Во время QSO они будут передавать заочным участникам шестизначные контрольные номера по таблицам, выданным им судейской коллегией.

Заочные участники могут работать как с очными, так и между собой. Они должны передавать шестизначные контрольные номера, состоящие из условного номера области и порядкового номера QSO. Очки за связи, области и корреспондентов им начисляются так же, как и во всех всесоюзных заочных соревнованиях по радиосвязи на КВ. За связь с очным участником очки утраиваются. Кроме того, группа очных участников рассматривается в этих соревнованиях как отдельная «область».

Наблюдатели проводят только двухсторонние наблюдения — должны принять оба позывных и оба контрольных номера. **Если** зафиксирована QSO между очным и заочным участником, начисляется 10 очков, если между заочными — 3 очка. Повторные наблюдения разрешаются только на различных диапазонах.

Победители среди заочных участников (кроме наблюдателей) будут определяться по зонам СССР по наибольшей сумме очков. При их равенстве преимущество получает команда (спортсмен), установившая QSO с бо́льшим числом очных участников. Итоги по 3—5 зонам подводятся отдельно, если число участников от каждой из них будет более 25.

У наблюдателей выявляются только абсолютные победители.

Команде коллективной и оператору индивидуальной станций, занявшим первое место в своих зонах, будут вручены памятные призы и дипломы журнала «Радио», второе и третье места — памятные значки и дипломы. Абсолютный победитель среди наблюдателей получит памятный приз и диплом, среди команд коллективных наблюдательских пунктов — диплом и вымпел журнала «Радио». Памятными значками будут отмечены спортсмены (команды коллективных станций), установившие в своей зоне наибольшее количество связей с очными участниками.

Соревнования по радиосвязи через ИСЗ пройдут 30 июня с 7.20 до 12.20 (время московское). Задача радиолюбителей — провести через ИСЗ как можно больше QSO телеграфом, телефоном или смешанных. Заочные участники могут работать как с очными, так и между собой. Во время QSO соревнующиеся обмениваются контрольными номерами, состоящими из RST или RS и порядкового номера связи, начиная с 001 (при смешанных QSO нумерация сквозная).

За связь между собой заочные участники получают одно очко, с очным — 5 очков.

Наблюдатели должны проводить только двухсторонние наблюдения. Если зафиксирована связь между очным и заочным участниками начисляется 5 очков, если между заочными — одно.

Среди заочных участников первенство (только абсолютное) определяется по наибольшей сумме очков. При равенстве этого показателя преимущество получает тот, кто установил QSO с бо́льшим числом очных участников.

Победители среди команд коллективных, операторов индивидуальных станций и наблюдателей награждаются дипломом и памятным призом журнала «Радио». Приз вручается при условии, если в данной группе соревновалось не менее 10 участников (определяется по отчетам). Абсолютный победитель среди команд коллективных наблюдательских пунктов будет отмечен дипломом и вымпелом журнала «Радио».

Приз и диплом журнала получит также иностранный участник соревнований, показавший лучший результат. Победителям по континентам (среди зарубежных спортсменов) вручается диплом и памятный значок.

***

Заочные участники соревнований должны выслать отчеты не позднее чем через 7 дней после окончания состязаний по адресу: 123362, Москва, Волоколамское шоссе, 88, строение 5, редакции журнала «Радио».

На конверте необходимо сделать пометку: «Отчет об участии в соревнованиях».

НАМ СООБЩАЮТ...

В канун празднования 40-летия Победы советского народа в Великой Отечественной войне мы получили письмо от радиолюбителя с многолетним стажем, участника войны, бывшего летчика Героя Советского Союза Александра Герасимовича Батурина. Он живет и работает ныне в Первомайском районе на западе Оренбургской области. Его позывной UA9SDA знают многие ультракоротковолновики. Он в единственном числе представляет большой квадрат WW локатора LO51.

Александр Герасимович сообщает о регулярной работе в диапазоне 144 МГц с UA4HPL, UA4IR, UA4HDY, RA4HDZ (QRB около 200 км), UA4CAJ и UW4CE (QRB около 250 км), UA9SL (250 км). При улучшении тропосферного прохождения становятся возможными и более дальние связи — на 350 км с Ульяновском (UA4MC) и Камышиным.

Хотя корреспондентов и немного (все же сказывается отдаленность от основных центров УКВ активности!), тем не менее только за декабрь 1984 г. и январь 1985 г. Батурин провел около ста QSO. В ближайшем будущем он надеется установить связи на 450...700 км с радиолюбителями Башкирской АССР, Челябинской и Тамбовской областей.

Поздравляем Александра Герасимовича с праздником Победы и желаем ему творческих успехов, здоровья и долгих лет жизни!

ПРОГНОЗ ПРОХОЖДЕНИЯ РАДИОВОЛН НА ИЮЛЬ

Г. ЛЯПИН (UA3AOW)

Прогнозируемое число Вольфа — 18.

Расшифровка таблиц приведена в «Радио» № 1 за 1984 г. на с. 14.

	Азимут, град	Трасса	Время, UT 0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
UA3 (с центром в Москве)	15П	KH6													
	93	VK			14	14	14								
	195	ZS1					14	14	14	14	14				
	253	LU							14	14	14	14			
	298	HP													
	311Д	W2													
	344П	W6													
UAØ (с центром в Иркутске)	36Д	W6													
	143	VK	14	14	14	14	14								
	245	ZS1				14	14	14	14	14					
	307	PY1						14	14	14	14	14			
	359П	W2													

	Азимут, град	Трасса	Время, UT 0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
UA1 (с центром в Ленинграде)	8	KH6													
	83	VK			14	14	14								
	245	PY1						14	14	14	14	14	14	14	
	304Д	W2													
	338П	W6													
UAØ (с центром в Хабаровске)	23П	W2													
	56	W6				14									
	167	VK	14	14	14	14	14							14	14
	333Д	G													
	357П	PY1													

	Азимут, град	Трасса	Время, UT 0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
UA9 (с центром в Новосибирске)	20П	W6													
	127	VK	14	14	14	14	14								
	287	PY1						14	14	14	14	14			
	302	G													
	343П	W2													
UA6 (с центром в Ставрополе)	20П	KH6													
	104	VK			14	14	14								
	250	PY1						14	14	14	14	14	14		
	299	HP							14	14	14	14	14	14	
	316	W2													
	349П	W6													



Термокомпенсированный регулятор напряжения



Виктор Александрович Ломанович — старинный друг и автор журнала «Радио». Более шестидесяти лет он является нашим постоянным читателем. В 1924 г. двенадцатилетним мальчишкой Виктор взял в руки тоненькую тетрадку второго номера «Радиолюбителя» и с тех пор на всю жизнь «заболел» радиолюбительством.

В судьбе этого человека отразилось время. Как и множество ребят его поколения, Виктор собирал в школьном кружке детекторные приемники, с восторгом слушал сообщения об успехах первых советских коротковолновиков, мечтал о северных экспедициях, хотел быть похожим на легендарного Кренкеля.

В 1928 г. Виктор уже занимается в Ленинградской секции КВ, а после школы поступает в радиотехникум имени Подбельского. Затем армейская служба — дальнейшее постижение навсегда избранной профессии. После демобилизации Виктор Александрович уезжает на изыскания, которые ведет «БАМпроект».

Война застает Ломановича начальником радиосвязи полярной экспедиции в Воркуте. Как и все полярники, Виктор Александрович рвался на фронт. В начале 1942 г. пришло, наконец, долгожданное решение о призыве его в Действующую армию.

Узнав о призыве радистов-добровольцев в партизанские отряды, Ломанович подал заявление о направлении его в тыл врага. Центральному штабу партизанского движения требовались опытные коротковолновики, способные работать на маломощной аппаратуре в тяжелых условиях партизанской жизни. И Виктора Александровича назначают начальником радиоузла штаба Объединенных партизанских бригад Брянщины.

Партизанская радиосвязь действовала четко и бесперебойно. Кроме личного мужества, глубокого знания аппаратуры, от каждого радиста требовалось немало находчивости и смекалки.

Вот лишь один пример из боевой биографии В. А. Ломановича. Радиоузел брянских партизан был развернут всего в нескольких километрах от города Трубчевска, где размещался крупный гарнизон фашистов. Шум двигателя, вращающего генератор питания радиоузла, мог привлечь внимание врага. Тогда по предложению Виктора Александровича отрыли глубокую землянку, где и установили двигатель, а чтобы свести к минимуму его шум, выхлопную трубу вывели в длинный колодец-лабиринт. Так и работали «под носом» у фашистов.

Боевая деятельность В. А. Ломановича отмечена одиннадцатью государственными наградами и именным оружием.

И после войны Виктор Александрович не расстался с радиоделом. Работал в различных изыскательских экспедициях, в Центральном радиоклубе СССР. На его счету более 150 печатных работ, пять авторских свидетельств, он обладатель 25 дипломов всесоюзных радиовыставок.

Идут годы. Но, как и полвека назад, звучит в эфире позывной UA3DH. На связи — Виктор Александрович Ломанович!

Большинство автомобильных электронных регуляторов напряжения, серийно выпускаемых и описанных в литературе, не в полной мере отвечают специфике работы системы генератор — аккумуляторная батарея. Как известно, с понижением температуры способность аккумулятора принимать заряд сильно уменьшается. Например, при минус 10 °С аккумуляторная батарея, включенная в систему электрооборудования автомобиля, способна зарядиться не более чем на 62 % от полной емкости, а при минус 30 °С она вообще не принимает заряда.

Кроме этого, отклонение зарядного напряжения от оптимального не должно превышать ±3 %. Если же оно колеблется на 10...12 % в ту или иную сторону, то срок службы батареи может сократиться в 2...2,5 раза. Оптимальное зарядное напряжение для двенадцативольтовой батареи кислотных аккумуляторов равно 13,8 В при температуре 15 °С. Зависимость изменения зарядного напряжения от изменения температуры должна иметь коэффициент пропорциональности, равный —40,5 мВ/°С. При этом точность поддержания напряжения не должна быть хуже ±3 %.

Конечно, большинство современных электронных регуляторов имеют термокомпенсацию, но она направлена только на то, чтобы стабилизировать напряжение в бортовой сети. Например, в описании серийного элетронного регулятора РН-3 указано, что при изменении температуры от —20 до +65 °С регулируемое напряжение находится в пределах 13,8...14,2 В. А батарее при —20 °С требуется зарядное напряжение 15,22 В. Понятно, что ни о какой точности поддержания зарядного напряжения говорить здесь не приходится. Таким образом, в температурной коррекции заключается значительный резерв долговечности аккумуляторной батареи.

При уменьшении частоты вращения коленчатого вала двигателя напряжение генератора снижается. Регулятор напряжения при этом увеличивает ток в обмотке возбуждения генератора (ОВ), компенсируя понижение выходного напряжения генератора. При работе двигателя в режиме холостого хода ток в ОВ достигает максимума. Так, генератор Г-221 автомобилей «Жигули» потребляет 2,5...3 А; около 0,4 А расходует реле-регулятор РР-380, работающий совместно с этим генератором. Несмотря на максимальную намагниченность полюсов генератора его выходной мощности недостаточно для питания бортовых потребителей, и нагрузку принимает на себя аккумуляторная батарея. Таким образом, в этом режиме ОВ генератора и реле-регулятор бесполезно нагружают батарею. Если в ре-

име холостого хода отключать ОВ. это избавило бы батарею от бесельных циклов разрядка-зарядка.

Описываемый ниже регулятор напряения сконструирован с учетом реальых особенностей его работы на автомобиле. Регулятор обеспечивает точость поддержания регулируемого напряжения не хуже 25 мВ (0,2 %) ри температуре окружающего воздуха пределах от —30 до +40 °С. Он втоматически контролирует температуу батареи аккумуляторов и изменяет арядное напряжение так, чтобы при юбой температуре поддерживать опимальный режим зарядки. При уменьшении частоты вращения вала двигателя ниже порогового значения устройтво автоматически отключает ток возуждения, предотвращая бесполезную азрядку батареи (режим отсечки тока озбуждения). При повышении частоты ращения режим возбуждения восстаавливается.

Принципиальная схема регулятора апряжения представлена на рис. 1. Для измерения зарядного напряжения контроля температуры аккумуляторой батареи предусмотрен датчик, состоящий из двух делителей напряжения — термочувствительного R1VD1VD2VD3 и термонезависимого R2R3. Типономиналы элементов делителей напряжения подобраны так, чтобы температурный коэффициент входного напряжения датчика, при котором напряжение между точками А и Б равно нулю, был близок к оптимальному (—40,5 мВ/°С). ТКН стабисторов КС119А равен —5...—6 мВ/°С, а всей цепи VD1 — VD3: —15...—18 мВ/°С. Считая коэффициент передачи делителя напряжения R2R3 равным $\frac{R3}{R2+R3}=\frac{560}{910+560}=0{,}381$, получаем результирующий температурный коэффициент входного напряжения датчика $\frac{-15...-18}{0{,}381}=-39{,}4...-47{,}2$ мВ/°С, что хорошо согласуется с заданным значением.

Для обеспечения правильной работы устройства датчик должен, во-первых, иметь хороший тепловой контакт с корпусом аккумуляторной батареи и, во-вторых, быть подключенным непосредственно к ее выводам через контакты К1.1 малогабаритного реле К1, срабатывающего при включении зажигания.

Элементы датчика включены так, что образуют измерительный мост. Сигнал, снимаемый с диагонали АБ моста, подан на вход компаратора, выполненного на микросхеме DA1. Входная цепь компаратора симметрична, что позволяет ослабить действие помех и наводок, которые всегда имеются в бортовой сети автомобиля. Блокирующий конденсатор С1 увеличивает степень синфазности помех, которые ОУ способен эффективно подавлять (до 80 дБ и более).

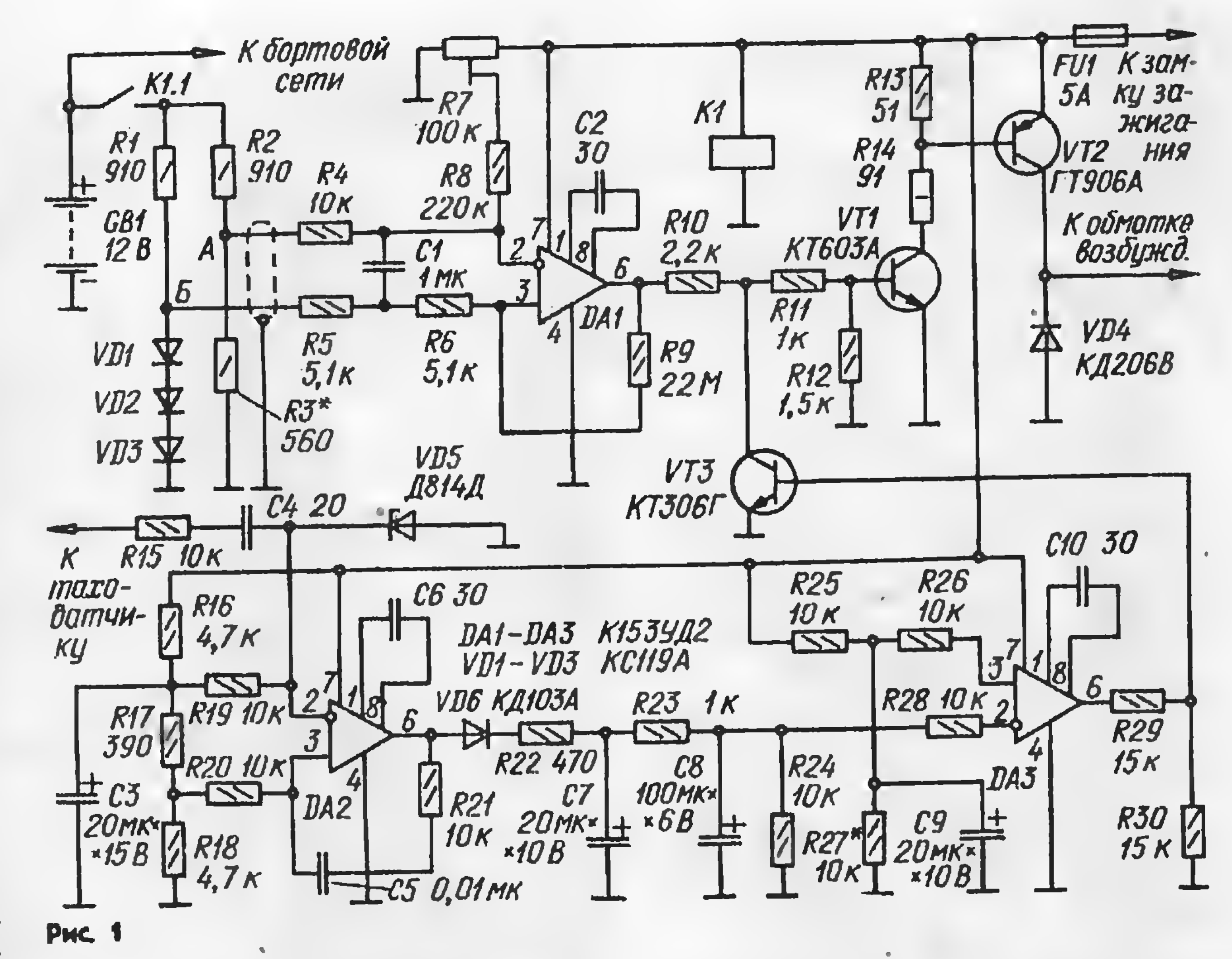


Рис. 1

Когда напряжение на входе датчика мало, компаратор DA1 открыт. Его выходное напряжение через делитель R10R11R12 поступает на базу транзистора VT1 и он, а вслед за ним и транзистор VT2, открываются. Через обмотку возбуждения генератора протекает ток (предположим, что транзистор VT3 пока закрыт). Напряжение на выходе генератора станет увеличиваться (если частота вращения вала двигателя значительна).

Как только напряжение в бортовой сети превысит уровень, определяемый датчиком, компаратор закроется, а вслед за ним закроются и транзисторы VT1, VT2. Напряжение в сети начнет уменьшаться, что в некоторый момент приведет к новому срабатыванию компаратора и повторению описанного процесса. Диод VD4 защищает транзистор VT2 от импульсов напряжения самоиндукции, возникающих на обмотке возбуждения при коммутации тока через нее.

Импульсный характер регулирования позволяет получить высокий КПД устройства, так как транзистор VT2 работает в ключевом режиме. Для снижения потерь в этом транзисторе следует выбирать его с минимальным напряжением насыщения.

При изменении температуры аккумуляторной батареи будет смещаться пороговое напряжение датчика, а следовательно, и напряжение в бортовой сети. Точность регулирования определяется микросхемой DA1 и может быть, вообще говоря, очень высокой (единицы и даже доли милливольта).

Узел отсечки тока возбуждения собран на ОУ DA2, DA3 и ключевом транзисторе VT3. ОУ DA1 включен по схеме одновибратора. Через емкостный таходатчик, представляющий собой 1—2 витка провода, намотанного на высоковольтный провод катушки зажигания, импульсы поступают на вход одновибратора и запускают его. С выхода одновибратора положительные импульсы постоянной длительности через диод VD5 передаются на двузвенную интегрирующую цепь R22C7, R23C8. Напряжение на нагрузке R24 интегрирующей цепи прямо пропорционально частоте вращения коленчатого вала двигателя.

Компаратор DA3 сравнивает напряжение на резисторе R24 с напряжением, снимаемым с резистивного делителя R25R27. Когда частота вращения вала двигателя невелика, напряжение с интегрирующей цепи ниже напряжения с делителя, и компаратор DA3 открыт. Напряжение с его выхода через делитель R29R30 поступает на базу транзистора VT3 и открывает его. Открытый транзистор блокирует выходной сигнал компаратора DA1 и поддерживает транзисторы VT1 и VT2 закрытыми, поэтому ток в обмотке возбуждения генератора отсутствует.

При увеличении частоты вращения повышается напряжение на инверти-

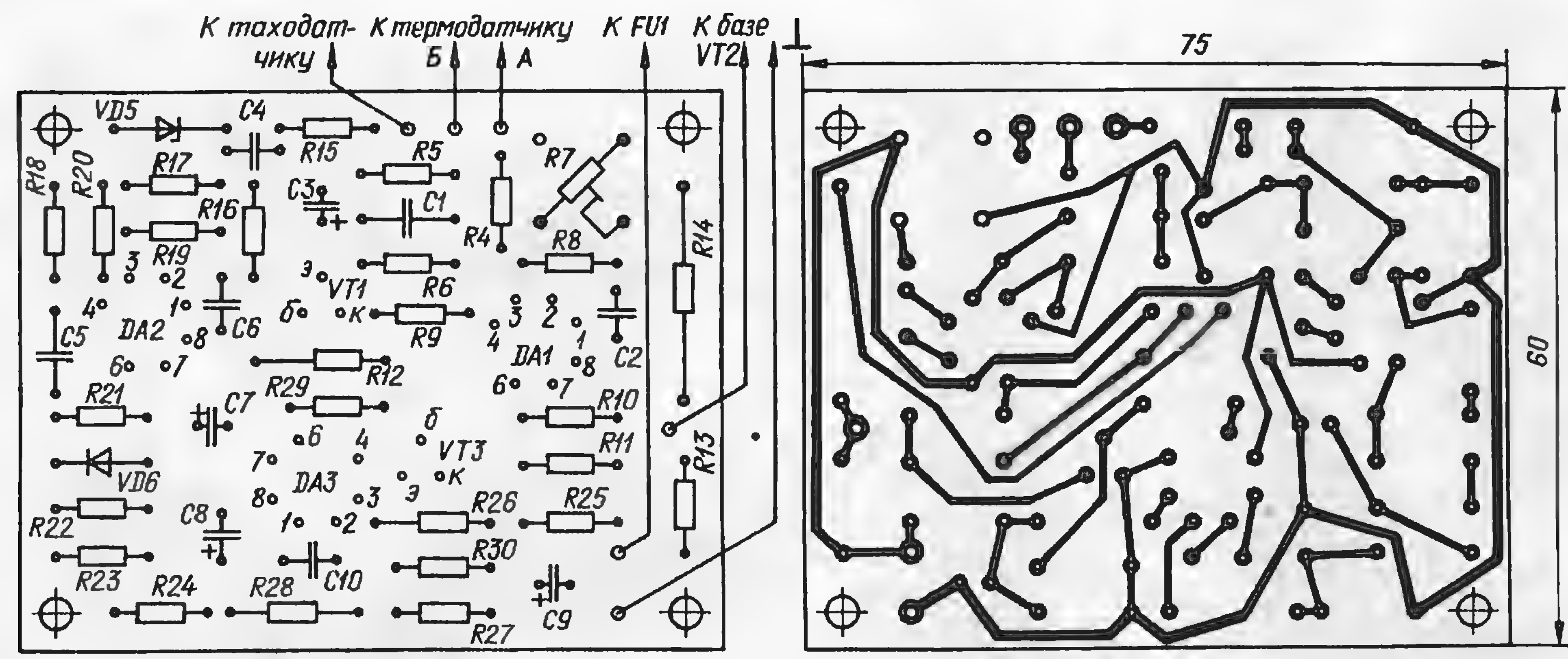


Рис. 2

рующем входе ОУ DA3, компаратор закрывается, напряжение на его выходе снижается почти до нуля и транзистор VT3 закрывается. Теперь он никакого влияния на работу двигателя регулятора уже не оказывает.

При уменьшении частоты вращения вала двигателя процесс протекает в обратном направлении и в некоторый момент вновь происходит отсечка тока возбуждения.

Регулятор может быть смонтирован на печатной плате либо на опорных штырях или лепестках, важно лишь обеспечить надежность крепления всех деталей и прочность паек. Необходимо помнить, что устройство будет работать в условиях вибрации, значительного перепада температуры и влажности, повышенной запыленности. Чертеж платы и размещение деталей на плате показаны на рис. 2. Транзистор VT2 следует установить на теплоотводящую пластину размерами 50×50 мм толщиной 3 мм. Такие размеры теплоотвода позволяют располагать его в моторном отсеке автомобилей всех марок, кроме «Запорожца», у которого удобнее разместить регулятор за спинкой заднего сиденья (там, где в кузов входит жгут проводов из моторного отсека).

Диод КД206В можно заменить на КД202Р. Реле К1 — РЭС49, паспорт РС4.599.424. Подстроечный резистор R7 — СП5-6А, остальные резисторы — МЛТ. Конденсатор С1 — КМ-6, С2, С4—С6 — КМ-1 или КМ-2; оксидные конденсаторы — К50-6 (их лучше заменить морозостойкими). Вместо К153УД2 можно использовать ОУ К553УД2, К140УД6—К140УД9. Для изготовления таходатчика на высоковольтный провод, выходящий из катушки зажигания, наматывают несколько витков фторопластовой ленты шириной 50...60 мм. На этой ленте посредине закрепляют бандаж из одного-двух витков изолированного провода, свободный конец которого подключают к электронному блоку.

Пороговую частоту вращения вала двигателя в узле отсечки тока возбуждения устанавливают подборкой резистора R27 (большему номиналу соответствует большая частота). Рекомендуется устанавливать порог на уровне 1000 мин$^{-1}$ (частота следования импульсов 32...34 Гц). Для предварительной настройки можно воспользоваться любым генератором прямоугольных импульсов, подключив его к входу узла (к резистору R15). Амплитуду запускающих импульсов устанавливают в пределах 3...5 В.

В узле регулирования напряжения устанавливают порог срабатывания компаратора грубо подборкой резистора R3 и точно подстроечным резистором R7. При температуре в месте установки датчика +15 °С узел должен срабатывать при напряжении в бортовой сети 13,8 В.

После установки порога срабатывания элементы К1, R1—R3, VD1—VD3 заливают эпоксидной смолой так, чтобы получился прямоугольный брусок размерами примерно 40×25×10 мм. На верхней плате аккумуляторной батареи в удобном месте разогревают битумную мастику и вдавливают в нее брусок с датчиком. Если корпус батареи изготовлен из поливинилхлорида, датчик следует тем или иным способом плотно к нему прижать и надежно закрепить.

Описываемое устройство испытано в длительной эксплуатации, причем отмечено существенное увеличение срока службы аккумуляторной батареи. Следует обратить внимание на некоторые характерные особенности эксплуатации описанного регулятора. Как и обычно, при минимальной частоте вращения вала двигателя («холостой ход») на приборном щитке должна гореть контрольная красная лампа, означающая, что ток возбуждения отсутствует и потребители питаются от батареи; при повышении частоты вращения лампа гаснет. При полностью заряженной батарее во время движения возможно периодическое включение лампы, показывающее, что напряжение на батарее достигло верхнего предела и генератор обесточен, а потребители в эти моменты питаются от батареи. Как только напряжение батареи немного уменьшится, лампа погаснет, так как регулятор включит ток возбуждения генератора, и он примет нагрузку на себя. Далее процесс повторится.

При работе ламп указателя поворотов красная лампа вспыхивает в такт с его работой, если частота вращения вала двигателя при этом выше минимальной. Причина этого в том, что при включении ламп указателя поворотов напряжение в бортсети уменьшается, и регулятор увеличивает ток возбуждения генератора. В момент, когда лампы указателя гаснут, напряжение в сети повышается и происходит отсечка тока возбуждения, на что красная лампа отзывается кратковременным вспыхиванием. Контрольная лампа может также вспыхивать, когда приходится «мигнуть» фарами, нажать на педаль тормоза и т. д.

Если на автомобиле установлена электронная система зажигания с преобразователем напряжения, возможны сбои в работе узла отсечки возбужде-

я регулятора. Чтобы этого избежать, ок электронного зажигания следует тать через Г-образный LC-фильтр с лью исключения помех по цепям пиния. Дроссель этого фильтра можно полнить на магнитопроводе Ш15×20 оводом ПЭВ-2 1 до заполнения окна олжно уложиться около 70 витков). икость конденсатора фильтра не лжна быть менее 500 мкФ.

Если автомобиль оборудован выклютелем в цепи общего провода, то ле включения датчика можно изъять регулятора, а общую точку резистов R1 и R2 соединить с плюсоым выводом батареи.

В заключение можно отметить, что в учае, когда регулятор напряжения работает совместно с дизельным двигалем и генератором переменного тока, хосигнал можно снимать с фазной бмотки генератора. Как известно, чаота переменного напряжения генерара прямо пропорциональна частоте ращения его ротора. При минимальой частоте вращения ротора недоозбужденного генератора (в режиме тсечки тока возбуждения) фазовое апряжение равно 2...3 В из-за остаочного магнитного поля. С помощью есложного формирующего узла это еременное напряжение можно превраъть в импульсы для запуска однонбратора узла отсечки тока. Наприер, для этой цели пригоден ограниитель, собранный на двух встречнооследовательно включенных стабилитонах и дифференцирующей RC-цепи, выхода которой снимают запускаюие импульсы.

Следует подчеркнуть, что снятие таосигнала непосредственно от фазы геератора превращает регулятор в униерсальное устройство пригодное не олько для установки на любые автообили, но и везде, где частота враения ротора генератора непостоянна например, на ветряных электростаниях). Подобрав соответствующие элеенты регулятора, его легко можно риспособить для работы с любыми апряжением (до 400 В) и током возуждения (десятки ампер).

В. ЛОМАНОВИЧ

. Москва

ЛИТЕРАТУРА

1. **Ильин Н. М.** Электрооборудование автомобилей и тракторов. М.: Транспорт, 1968.
2. **Ковалев В. Г.** Электронные регуляторы напряжения для автомобилей. М.:Энергия, 1971.
3. **Козлов В. Е., Квайт С. М., Чижков Ю. П.** Особенности эксплуатации автотракторных двигателей зимой. М.: Колос, 1977.
4. **Синельников А.** Электронный регулятор напряжения. М.: ДОСААФ, «В помощь радиолюбителю», вып. 72, 1981.
5. **Вайнел Д. В.** Аккумуляторные батареи. М.: Воениздат, 1947.
6. **Василевский В. И., Купеев Ю. А.** Автомобильные генераторы. М.: Транспорт, 1971.
7. **Вайнел Д. В.** Аккумуляторные батареи. М.: Госэнергоиздат, 1960.

ЭКОНОМИЧНЫЙ ТЕРМОСТАБИЛИЗАТОР ДЛЯ ОВОЩЕХРАНИЛИЩА

Фрукты и овощи при определенных температурах и влажности можно хранить довольно долго. Оптимальными, например, для хранения большинства сортов яблок являются температура ±1 °С и влажность 92...95 %. В хранилищах плодоовощных организацию нужную температуру поддерживают холодильными установками, однако у этого способа есть существенные недостатки. Так, при прямом охлаждении воздуха в плодохранилище из-за намерзания льда на испарителе холодильной установки практически невозможно добиться влажности воздуха более 85 %. Высоки стоимость холодильной установки и затраты на электроэнергию и обслуживание.

Вместе с этим, в средней полосе нашей страны и более северных ее районах в сентябре — октябре, когда плоды и овощи закладывают на длительное хранение, температура воздуха ночью уменьшается до 4...6 °С и ниже. Это позволило создать плодоовощехранилище, не требующее больших затрат на строительство и эксплуатацию, и предельно простое в обслуживании. Его можно оборудовать в подвальном помещении жилого дома или в хорошо утепленном сарае. Микроклимат в хранилище поддерживает электронный блок.



Леонид Александрович Батурин — фронтовик, провоевавший Великую Отечественную, как говорят, «от звонка до звонка». Коренной москвич, он в июле 1941 г. ушел защищать родной город, участвовал в Орловско-Курской битве, освобождал Брянщину, Белоруссию. В составе 129-й стрелковой Орловской дивизии брал Кенигсберг, штурмовал Берлин. О том, как мужественно воевал Леонид Александрович, убедительно свидетельствуют многие боевые награды, которыми отмечен он в годы тяжелых военных испытаний.

С 1937 г., когда Леонида Александровича призвали на воинскую службу, и до 1946 г., с небольшим перерывом перед войной, находился он в рядах Советской Армии.

После демобилизации, в 30 лет, Л. А. Батурин поступает на подготовительное отделение Московского энергетического института, а через год становится студентом. Трудно было ему, зрелому человеку, фронтовику, за плечами которого были трудные дороги войны, сидеть в аудиториях рядом со вчерашними школьниками. Но он упорно учился, стал инженером, проектировал объекты энергоснабжения сначала для Москвы, а потом — для важнейших дальних линий электропередач, названия которых не сходили с газетных страниц: Братск — Иркутск, Асуан — Каир, Экибастуз — Центр и других.

К боевым наградам добавился и мирный орден «Знак Почета», которым Л. А. Батурин был награжден за успешную работу в области энергетики.

Сейчас Леонид Александрович на пенсии, одно из его увлечений — садоводство. Он совместно с Е. А. Обиденко придумал описываемое здесь простое и остроумное устройство, которое поможет многим садоводам сохранить свой урожай.

Принцип действия установки состоит в следующем. Летом хранилище прогревается до постоянной температуры 12...16 °С. Снизить температуру в помещении после закладки плодов можно принудительной подачей холодного воздуха ночью. Днем, когда температура наружного воздуха снова повышается, вентиляцию выключают. После того, как в ноябре — декабре температура в хранилище установится близкой к заданному уровню, а температура наружного воздуха станет отрицательной, охлаждение прекращают. При дальнейшем снижении наружной температуры воздух в хранилище подогревают.

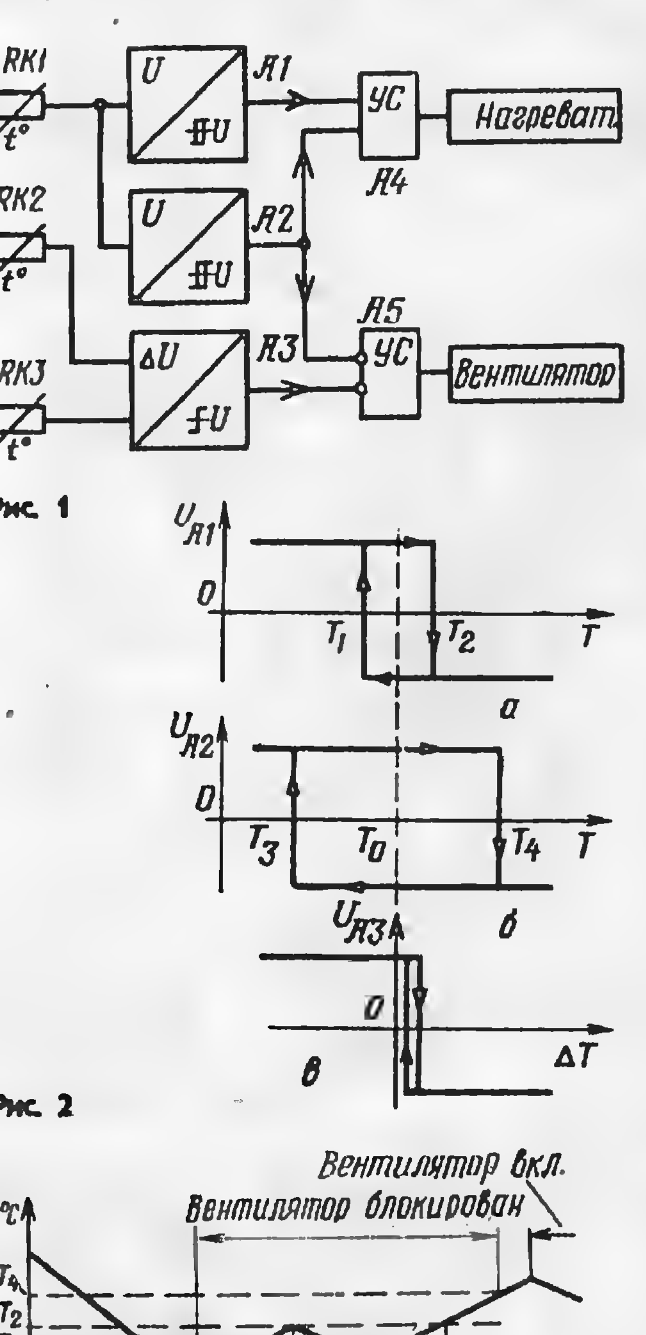


Рис. 1

Рис. 2

Рис. 3

Поскольку температура в хранилище не опускается ниже —2 °С, намерзания инея на стенах не происходит, и относительную влажность можно поддерживать в пределах 92...95 %. Увлажнением воздуха при положительной температуре добиваются дополнительного понижения температуры на 1... 5 °С. Увлажнять воздух в плодохранилище можно автоматическим разбрызгиванием воды на полу, стеллажах или другими известными способами.

Процессы охлаждения и подогревания автоматизированы. Электронный блок воспринимает сигналы от внутренних и внешнего датчиков температуры, включает вентилятор, если разность значений температуры внутри и вне помещения больше заданной, включает нагреватель и выключает вентилятор, если температура в помещении стала ниже допустимой. Функциональная схема электронного блока представлена на рис. 1. Два датчика температуры — RK1 и RK2 — установлены в помещении, а RK3 — вне его. Блок содержит также три обладающих «гистерезисом» пороговых преобразователя напряжения. Первые два преобразователя A1, A2 одинаковы по схеме и отличаются только величиной «гистерезиса» (см. рис. 2). Третий преобразователь A3 обладает минимальным «гистерезисом» и срабатывает при изменении разности значений температуры воздуха в тех точках, где установлены датчики RK2, RK3.

При понижении температуры датчика RK1 от некоторого значения, большего T_4, через T_0 до T_1 срабатывает преобразователь A1 и на его выходе появляется положительное напряжение. При дальнейшем понижении температуры до T_3 такое же напряжение появится и на выходе преобразователя A2. Выходы этих преобразователей подключены к входу устройства совпадения A4, управляющего работой электронагревателя воздуха. Наличие на входах устройства совпадения A4 положительных сигналов приводит к включению нагревателя.

После включения нагревателя температура воздуха внутри помещения начнет повышаться и при ее значении T_2 преобразователь A1 переключится и полярность напряжения на его выходе изменится на противоположную. В результате этого нагреватель будет выключен.

Входы второго устройства совпадения A5 — инверсные, то есть вентилятор будет включен только тогда, когда к обоим входам устройства совпадению будут приложены отрицательные сигналы. Отрицательное напряжение на выходе преобразователя A3 появится, если разность между значениями температуры датчиков RK3 и RK2 достигнет установленной.

Временная диаграмма работы исполнительных устройств показана на рис. 3. В начале периода хранения продуктов температура в помещении выше верхней границы допустимого интервала (выше T_4). Затем вместе с уменьшением среднесуточной температуры в хранилище становится все холоднее и по достижении нижней допустимой температурной границы электронный блок включает нагреватель. Далее циклы нагревание — охлаждение следуют в более узком температурном интервале (от T_1 до T_2). С приближением весны температура в хранилище уже не

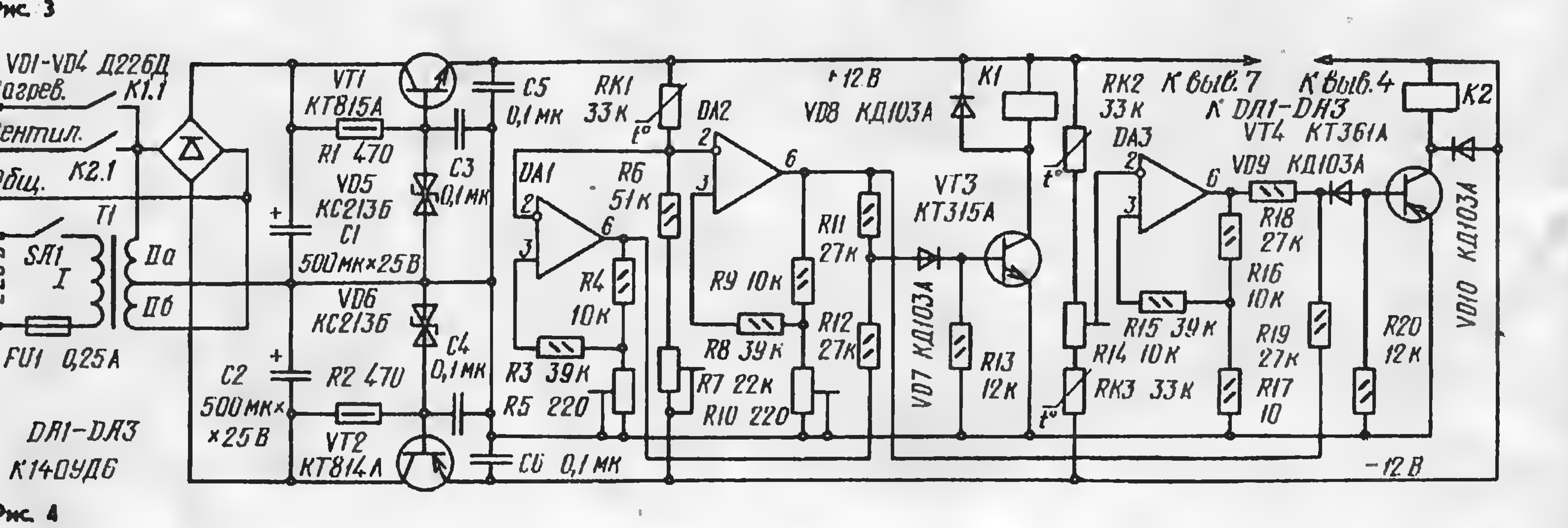


Рис. 4

пускается ниже допустимой и надобность в подогревании воздуха отпадает. ак только температура в помещении ревысит уровень T_4, снимается блокировка с узла управления включением ентилятора и при достижении установенной разности значений температуры наружи и внутри хранилища вентилятор включается, проветривая помещеие наружным холодным воздухом. Таим образом удается значительно продить оптимальный режим хранения проуктов без применения сложного оборуования и больших затрат электроэнерии.

Принципиальная схема электронного лока показана на рис. 4. Первые два реобразователя собраны на ОУ А1, А2 о схеме триггера Шмитта. Термодатчик K1 вместе с резисторами R6 и R7 бразуют делитель напряжения, коэфициент деления которого зависит от емпературы. Подстроечным резистоом R7 устанавливают их порог сраатывания. Повышение температуры атчика RK1 сверх установленной приодит к появлению на выходе делиеля положительного напряжения, а поижение — отрицательного. «Гистереисную» характеристику преобразоваелей обеспечивает цепь положительной братной связи (R3—R5, R8—R10).

Устройство совпадения состоит из реисторов R11, R12 и диода VD7, включенных в базовую цепь транзистора T3. Нагрузкой транзистора служит ромежуточное реле K1, включающее агреватель. Поскольку резисторы R11 R12 одинаковы, транзистор VT3 отроется лишь тогда, когда напряжение а выходе ОУ DA1 и DA2 положительо. При разнополярных выходных наряжениях ОУ напряжение на аноде иода VD7 близко к нулю, при отрицаельных — оно отрицательно, и диод, значит, и транзистор VT3 закрыты.

Датчики RK2 и RK3 вместе с резистоами R14 образуют второй делитель апряжения. Напряжение на его выходе ависит от разности значений темпеатуры датчиков. Если разность больше становленной, напряжение на выходе елителя отрицательно, в других случаях оно положительно. Третий преобраователь собран на ОУ DA3 по схеме риггера Шмитта. Незначительный «гиетерезис», определяемый цепью R15R16R17, повышает четкость коммуации вентилятора. Устройство совпадеия здесь состоит из резисторов R18, R19 и диода VD9. Оно обеспечивает открывание транзистора VT4 и срабатывание промежуточного реле K2 только ри отрицательном напряжении на выходе ОУ DA2 и DA3 одновременно.

Реле K1 и K2 — маломощные, они включают более мощные реле, управляющие работой нагревателя и вентилятора.

Питается электронный блок от сети; потребляемая мощность не превышает 5...6 Вт. В блоке питания применен трансформатор ТН-30. Его четыре вторичные обмотки по 6,3 В каждая соединены последовательно. Можно применить любой другой подходящий по мощности трансформатор с двумя вторичными обмотками на напряжение 12... 15 В каждая. Реле K1, K2 — РЭС42, паспорт РС4.569.151.

Вместо транзисторов КТ815А (VT1) и КТ814А (VT2) можно использовать соответственно ГТ404 и ГТ402 с любым буквенным индексом. Транзисторы КТ315А и КТ361А также могут быть заменены практически любыми маломощными низкочастотными транзисторами соответствующей структуры. Заменимы также диоды КД103А, желательно только, чтобы они были кремниевыми, а блокирующие (VD8, VD10) — рассчитаны на кратковременный прямой ток до 0,1 А.

Датчиками температуры служат терморезисторы ММТ-1, но можно применить и другие с отрицательным ТКС и номинальным сопротивлением в пределах 33...100 кОм. Если использовать датчики с другим сопротивлением, то возможно потребуется изменить номиналы резисторов R6, R7, R14. Подстроечные резисторы R5, R7, R10, R14 лучше использовать многооборотные (СП5-2, СП5-14).

Для защиты датчиков от влаги они помещены в отрезки тонкостенной металлической трубы и герметизированы по концам эпоксидной смолой. Выводы выполнены двойным экранированным проводом. Увеличение тепловой инерции датчиков почти не оказывает влияния на работу системы, т. к. температура в помещении изменяется медленно.

В плодохранилище объемом 20... 100 м^3 для подачи наружного воздуха можно установить оконный вентилятор 06-300 № 4 производительностью 3000 м^3/ч, оснащенного электродвигателем мощностью 0,12...0,18 кВт. Для подогрева воздуха в хранилище подойдут любые электронагревательные приборы или даже батарея остеклованных резисторов мощностью 30...50 Вт. Общую мощность подогревателя выбирают из расчета 8...10 Вт на 1 м^3 объема помещения.

Открывают и закрывают вентиляционные отверстия посредством любого самодельного привода с электромагнитом или маломощным электродвигателем. Увлажнитель воздуха представляет собой пластмассовую трубу с множеством отверстий, проколотых тонкой иглой. В трубу подают воду из резервуара. Увлажнителем также может служить постоянно смачиваемая хлопчатобумажная ткань, помещенная в поток воздуха от вентилятора.

Электронный блок смонтирован на основании из текстолита толщиной 10 мм и закрыт герметичным металлическим кожухом с резиновой прокладкой. Большинство деталей блока установлены на монтажной плате, прикрепленной к основанию. Выводы электрических цепей блока (к сети, датчикам и др.) пропущены через отверстия в основании и герметизированы эпоксидной смолой.

Налаживание блока начинают с установки движка резистора R5 в крайнее верхнее по схеме положение, при этом положительная обратная связь в ОУ DA1 окажется выключенной и «гистерезис» окажется практически равным нулю, т. е. точки T_0, T_1 и T_2 (см. рис. 2) совместятся. При заданной температуре датчика RK1 (его помещают в среду с требуемой температурой) резистор R7 устанавливают в такое положение, когда небольшое изменение его сопротивления в ту или иную сторону вызывает переключение полярности напряжения на выходе ОУ DA1.

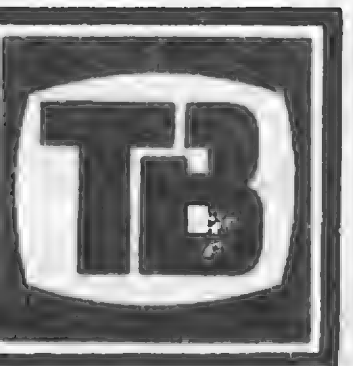
Затем, периодически нагревая и охлаждая датчик RK1, резистором R5 устанавливают требуемый «гистерезис» преобразователя на ОУ DA1. Следует помнить, что тепловая инерция датчиков довольно велика, поэтому время на уравнивание значений температуры датчика и среды должно быть выбрано с запасом. Так же (резистором R10) устанавливают «гистерезис» второго преобразователя на ОУ DA2 (петля должна быть несколько шире).

Требуемую ширину петли «гистерезиса» выбирают в соответствии с номинальными нормами на микроклимат в помещении при хранении тех или иных продуктов. Устанавливают «гистерезис» первых двух преобразователей путем многократного циклирования температуры в хранилище, отмечая по термометру значения, при которых происходит переключение преобразователей.

Для установки режима третьего преобразователя (DA3) рекомендуется следующий метод. Как правило, температура в помещении различна на разных по высоте от пола уровнях, и эта разность может достигать нескольких градусов. Если предварительно установить распределение температуры, то несложно определить, на каком уровне от пола разместить датчики RK2 и RK3 так, чтобы T_{RK2} была больше T_{RK3} на 1...2 °С. Теперь после необходимой временной выдержки резистором R14 устанавливают точку переключения преобразователя. На время налаживания резистор R17 желательно замкнуть.

А. БАТУРИН, Е. ОБИДЕНКО

г. Москва



КАК ОТЫСКАТЬ НЕИСПРАВНОСТЬ



Радиотехникой Владимир Дмит- иевич Екимов увлекся еще в школь- ые годы: постоянно читая журнал Радиофронт», самостоятельно собрал есколько описанных в нем конструк- ий. Увлечение привело его в Москов- кий институт инженеров связи. Будучи тудентом, он окончил школу снайпе- ов при Осоавиахиме. После защиты иплома в 1941 г. работал начальником зла радиовещания в г. Боготоле Крас- оярского края.

В 1942 г. В. Д. Екимов был призван армию. Поначалу он обучал молодых олдат снайперскому делу, потом был аправлен в Киевское военное училище вязи, находившееся тогда в Краснояр- ке. С 1943 г. офицер-связист В. Д. Екимов в рядах 963-го ордена Красной Звезды Отдельного батальона 118-го Катовицкого стрелкового корпуса. Он участвовал в снятии блокады Ленинграда, в боях за освобождение Эстонии, Польши, Чехословакии. После победы над фашистской Германией был начальником мощной радиостанции «РАТ», обеспечивая буквопечатающей радиосвязью группу войск Красной Армии, находившихся в Австрии.

За боевые заслуги Владимир Дмитриевич награжден орденом Красной Звезды и медалями. Он — член президиума совета ветеранов 21-й армии.

В мирные годы В. Д. Екимов плодотворно занимался научно-исследовательской и преподавательской деятельностью, стал кандидатом технических наук. Он — автор более 80 научных трудов, автор и соавтор нескольких учебников. За учебное пособие по проектированию радиоприемных устройств награжден бронзовой медалью ВДНХ СССР.

Владимир Дмитриевич неоднократно выступал на страницах нашего журнала. Многие читатели хорошо помнят опубликованный в 1966 г. цикл его статей по расчету транзисторных радиоприемников.

Сейчас В. Д. Екимов — доцент кафедры «Основы радиотехники» Московского технологического института, читает курс «Диагностика неисправностей и испытательное оборудование».

В публикуемой здесь статье рассказывается об одном из способов диагностирования дефектов в бытовой радиоэлектронной аппаратуре, который, на наш взгляд, может заинтересовать и радиолюбителей.

При ремонте бытовой аппаратуры наиболее широко используют простейшие, но малопроизводительные способы отыскания неисправностей: по характерным признакам и поэлементной проверкой. Первый из них основан на составленных заводом-изготовителем аппаратуры таблицах возможных дефектов и сопутствующих им признаков, а также на опыте, приобретенном в процессе её эксплуатации и ремонта. Второй — предусматривает последовательную проверку каждого из элементов, входящих в состав неисправного узла, путем измерения режима работы, основных параметров и сравнения с номинальными характеристиками, указанными в заводских инструкциях. Недостаток первого способа — отсутствие однозначной связи между признаками неисправности и возможными дефектами в аппаратуре, второго — большая трудоемкость; общий недостаток обоих способов — значительная зависимость от квалификации и опыта радиомехаников, от устойчивости их навыков в поиске неисправностей аппаратуры данного типа.

Указанные недостатки и усложнение бытовой радиоаппаратуры приводят к тому, что при ее техническом обслуживании и ремонте примерно 80 % времени затрачивается на обнаружение неисправностей и лишь 20 % на их устранение. Следовательно, требуется совершенствование методики поиска дефектов. Этими вопросами (технического состояния радиоэлектронной аппаратуры и отыскания неисправностей) и занимается техническая диагностика, использование методов которой позволяет значительно сократить время на поиск дефекта. Программа поиска, разработанная на основе этих методов для любой радиоаппаратуры и ее узлов, однозначно указывает место дефекта и не требует высокой квалификации и опыта работы радиомеханика.

Рассмотрим методику разработки программы поиска неисправностей с применением наиболее эффективного и доступного для радиолюбителей способа последовательного диагностирования.

Основная задача разработки — нахождение оптимальной последовательности измерений в контрольных точках устройства, которая в кратчайшее время (при минимальном числе измерений) позволяет установить место дефекта. Конечно, чтобы отремонтировать аппарат, диагностирование необходимо вести до отказавшей детали, однако в этом случае программа поиска окажется очень громоздкой. Поэтому для простоты будем пользоваться функциональной моделью аппарата. Для ее построения необходимы структурная и принципиальная схемы, а так-

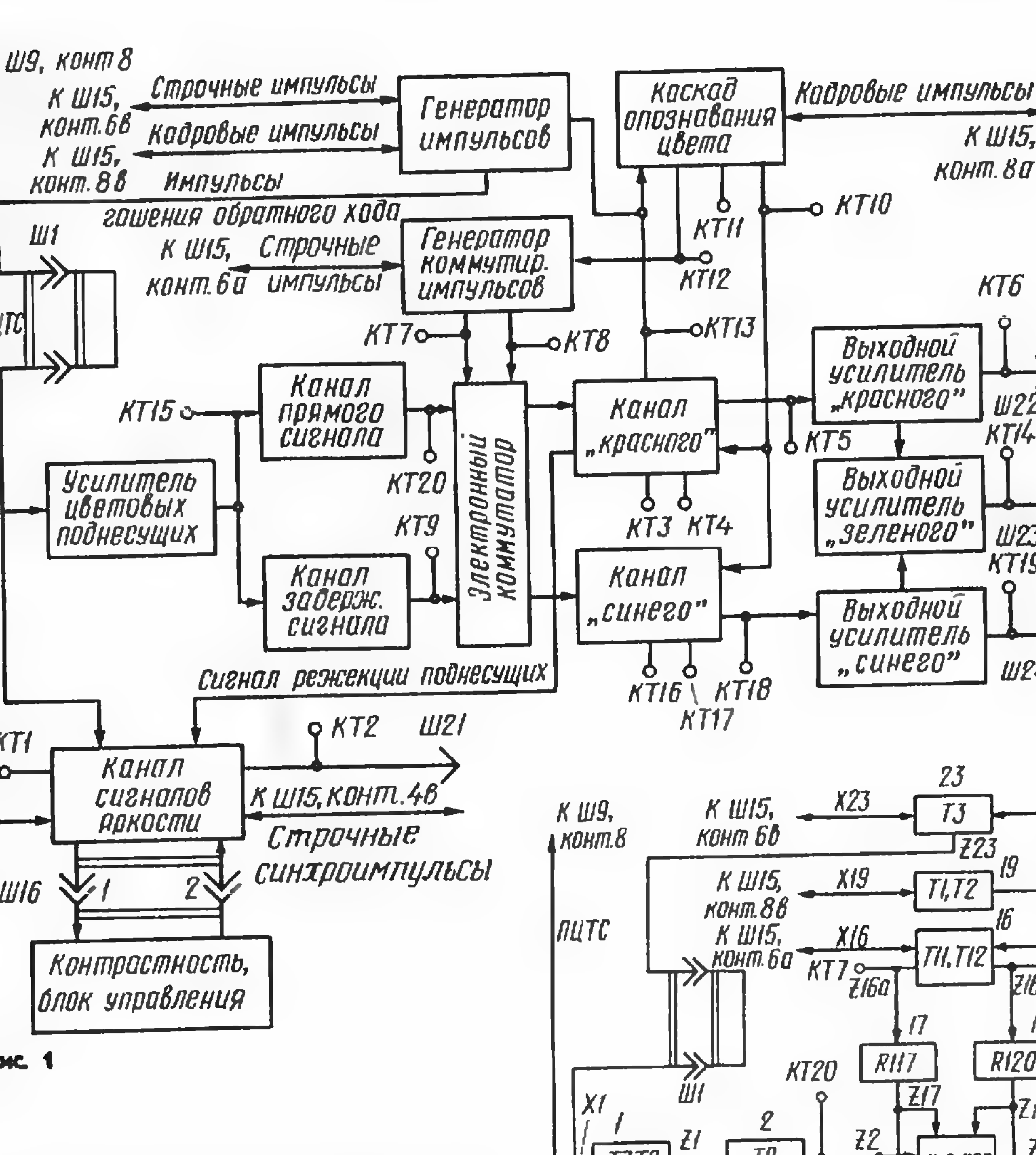


Рис. 1

Же описание принципа работы устройства и происходящих в нем физических процессов.

Кроме того, необходимо задаться глубиной поиска дефекта. Ведь известно, что ремонтируемое устройство или блок можно поделить на некоторое число связанных между собой составных частей — функциональных элементов. Под ними подразумевают отдельную деталь, каскад, группу каскадов, узел, блок, которые могут находиться в одном из двух состояний: работоспособном (исправном) или неработоспособном (неисправном). Их определяют путем измерения напряжения сигнала и наблюдения его формы на выходе элемента и сравнения с требуемыми. Глубина поиска дефекта зависит от возможности конструктивного деления аппаратуры и местонахождения контрольных точек. Ее выбирают, исходя из минимальных затрат времени на поиск.

Наиболее рационально искать неисправность последовательно на разных уровнях: блок-модуль-каскад-деталь. Поэтому строят несколько функциональных моделей: вначале для устройства в целом (с глубиной поиска до блока или модуля), а затем для каждого блока или модуля (с глубиной поиска до каскада или отдельной детали), и разрабатывают для них программы. Причем цепи блоков, узлов и отдельных элементов, обеспечивающие их функционирование (цепи питания) и не передающие основной сигнал, при построении функциональной модели не изображают и не учитывают. Модели отдельных каскадов обычно не строят. Для них вполне пригоден способ поэлементной проверки.

Если в аппаратуре применены интегральные микросборки и микросхемы, которые ремонту не подлежат, глубину поиска ограничивают этими элементами.

Функциональная модель чаще всего отличается от структурной схемы и только в частном случае совпадает с ней. При ее построении исходят из того, что входные сигналы блока (внешние, их обозначают Xi, где i — номер функционального элемента, на который поступает сигнал), а также напряжения питания всегда имеют только номинальные значения, а линии связи между функциональными элементами всегда исправны. Кроме того, при любом числе входов каждый элемент должен иметь только один выход (его

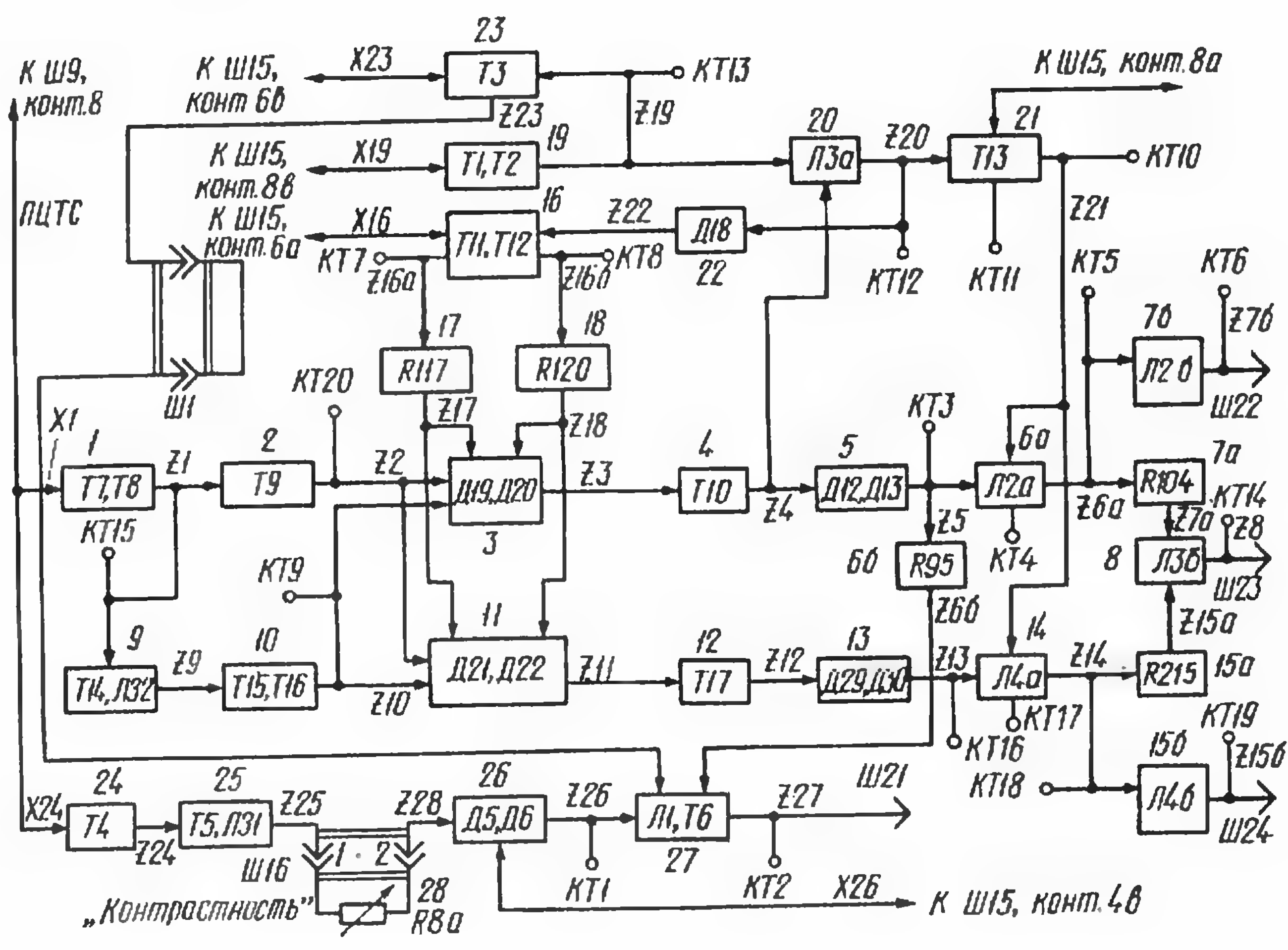
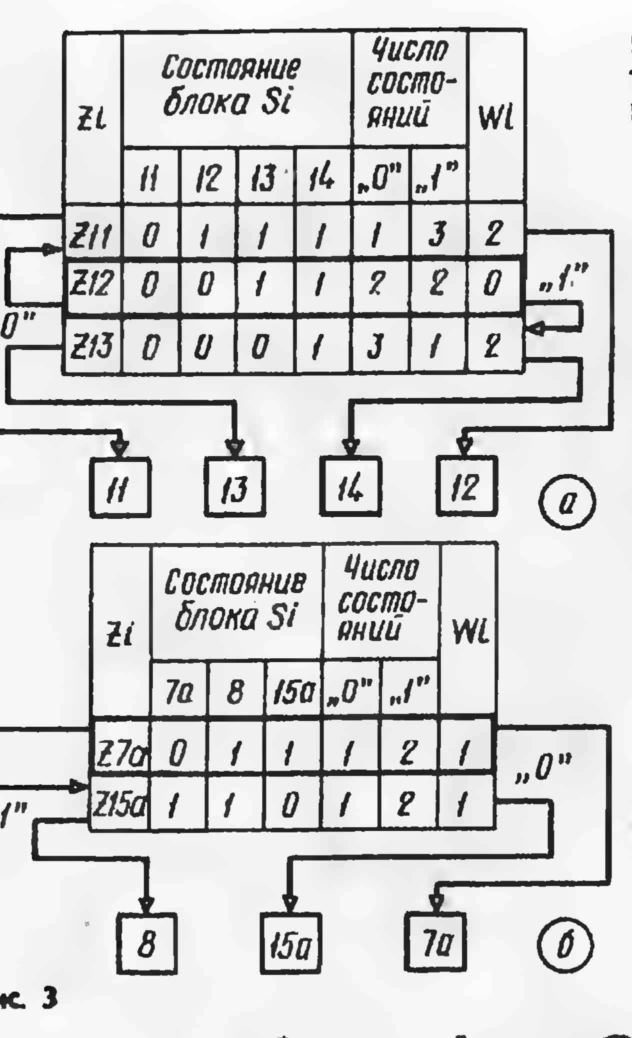


Рис. 2

обозначают Zi) и, следовательно, два состояния: есть сигнал на выходе или нет. Выход элемента может быть соединен с любым числом входов, а вход — только с одним выходом.

Для наглядности проведем такую разработку на примере блока цветности наиболее массового и хорошо известного радиолюбителям телевизора модели УЛПЦТ-59/61-II. Однако эта методика может быть использована как



ис. 3

ис. 4

ля остальных блоков и всего телеви-ора, так и для других моделей УПИМЦТ-61-II и 2УСЦТ) и любой ругой радиоэлектронной аппаратуры.

Упрощенная структурная схема бло-а цветности изображена на рис. 1. днако даже при глубине поиска до аскада ее нельзя использовать в ка-естве функциональной модели, так как ногие каскады имеют по два выход-ых сигнала. Очевидно, что эти уз-ы необходимо разделить на элемен-ы только с одним выходом, учитывая, то увеличение их числа повышает очность поиска при незначительном осте числа измерений. Полученная аким образом схема функциональ-ой модели с глубиной поиска до каскада или группы каскадов (с учетом контрольных точек КТ1—КТ20) показана на рис. 2.

Затем необходимо определить множество возможных состояний модели при всех возможных комбинациях отказов элементов. Для этого, прежде всего, выбирают наиболее характерный диагностический признак, его параметры и прибор для контроля, а также испытательный сигнал, подаваемый на вход устройства. Кроме того, необходимо знать допустимые значения вспомогательных сигналов строчной и кадровой частоты, требуемых для нормальной работы контролируемого блока.

В нашем примере диагностическим признаком могут быть осциллограммы сигналов, форму и амплитуду которых можно проконтролировать осциллографом в контрольных точках, а также на входах и выходах функциональных элементов. В качестве испытательного лучше всего использовать полный цветной телевизионный сигнал (ПЦТС) с синхронизирующими импульсами и сигналами опознавания цвета, снимаемый со специального генератора или с выхода блока радиоканала. Вспомогательные сигналы поступают из соответствующих блоков телевизора.

Для определения множества возможных комбинаций отказов строят таблицу состояний. Но так как их число очень велико, а одновременное появление двух независимых дефектов — маловероятное событие, можно считать, что в каждом состоянии Si аппаратуры может быть дефект только в одном функциональном элементе i. Тогда возможные состояния модели будут определяться числом ее функциональных элементов, а номер состояния будет соответствовать номеру неисправного элемента.

Таблица состояний (см. ее фрагмент — табл. 1). представляет собой квадратную матрицу, в которой число строк равно числу контрольных выходов Zi в функциональной модели, а число столбцов — числу состояний блока Si. Заполняют ее на основании логического анализа модели, а также физических процессов в аппаратуре по структурной и принципиальной схемам. Если, например, блок цветности находится в состоянии S14, то неисправен функциональный элемент 14, и измеряемый параметр на его выходе не соответствует номинальному. На пересечении строки Z14 и столбца S14 записывают символ 0. При этом в любой другой контрольной точке (на выходах элементов), находящейся после неисправного элемента, параметр также имеет недопустимое значение, и на пересечении столбца S14 со строками этих контрольных точек вписывают 0 (точки Z8, Z15а, Z15б). В других строках этого столбца записывают 1, что свидетельствует о допустимом значении па-

Таблица 1

Zi	Состояние блока Si														Число состояний		Wi
	1	...	6а	6б	7а	7б	8	...	13	14	15а	15б	...	28	«0»	«1»	
Z1	0	...	1	1	1	1	1	...	1	1	1	1	..	1	1	30	29
...															...	...	...
Z6а	0	..	0	1	1	1	1	...	1	1	1	1	...	1	15	16	1
Z6б	0	...	1	0	1	1	1	...	1	1	1	1	...	1	15	16	1
Z7а	0	...	0	1	0	1	1	..	1	1	1	1	...	1	16	15	1
Z7б	0	...	0	1	1	0	1	...	1	1	1	1	...	1	16	15	1
Z8	0	.	0	1	0	1	0	...	0	0	0	1	...	1	22	9	13
...															...	...	...
Z13	0	...	1	1	1	1	1	...	0	1	1	1	...	1	11	20	9
Z14	0	.	1	1	1	1	1	...	0	0	1	1	..	1	17	14	3
Z15а	0	...	1	1	1	1	1	...	0	0	0	1	...	1	18	13	5
Z15б	0	...	1	1	1	1	1	...	0	0	1	0	...	1	18	13	5
															..	...	...
Z28	1	...	1	1	1	1	1	...	1	1	1	1	...	0	3	28	25

аметра в соответствующих контроль-ых точках.

Из таблицы видно, что неисправ-ость одного функционального элемен-а, например первого (состояние S1, онтрольный выход Z1), влияет на по-ледующие: на их выходах также будут едопустимые значения сигналов (Z6а—8, Z14 и т. д.). Если же сигнал а одном из контрольных выходов, апример Z14, имеет допустимое значе-не 1 (пересечение строки Z14 и столб-ов S6а—S8 и т. д.), то все пре-ыдущие (по схеме) элементы исправ-ы.

Дальнейшее построение программы оиска дефекта по таблице состояний сновано на вычислении функции пред-очтения

$$Wi(Zi) = \min|\Sigma"0" - \Sigma"1"|,$$

оторая равна абсолютному значению азности чисел нулей и единиц в стро-е контрольного выхода Zi (см. табл. 1). Io минимальным значениям этой функ-ии и определяют последовательность онтроля сигналов на выходах элемен-ов.

Для нашего примера минимальное значение функции Wi_{min}= W6а= W6б= = W7а= W7б= 1. Поэтому первым необ-ходимо проверять один из контроль-ных выходов Z6а, Z6б, Z7а или Z7б. Целесообразно начать проверку с конт-рольного выхода всего блока Z7б (рис. 2, контрольная точка КТ6). Очевидно, что, если сигнал на выходе Z7б равен 0, это указывает на возможную неисправ-ность элементов 1—6а, 7б, 9, 10, 16—22 (см. рис. 2). Для этих элементов составляют новую таблицу состояний и определяют контрольный выход, кото-рый необходимо проверять вторым. Если же сигнал на выходе Z7б ра-вен 1, то это свидетельствует об ис-правности указанных функциональных элементов и возможном дефекте в од-ном из остальных. В этом случае уже для последних строят свою таблицу со-стояний — табл. 2.

Из табл. 2 видно, что минималь-ное значение имеют функции пред-почтения W8 и W27, поэтому вторым необходимо проверять контрольный вы-ход Z8 или Z27. Выбираем Z8. Если сигнал на нем равен 1, то исправны элементы 7а, 8, 11—15а и неисправен один из остальных. Если для последних составить таблицу состояний, то ее ана-лиз укажет на необходимость третьим проверять выход Z26.

Если же сигнал на выходе Z8 равен 0, то возможна неисправность одного из элементов 7а, 8, 11—15а. Для них и составлена табл. 3 (так как состоя-ние выхода Z8 известно, он в таблицу не включен). Аналогично предыдущим случаям, из ее анализа видно, что третьим нужно проверять контрольный выход Z13 или Z14 (Wi_{min}=W13=W14). Измерим сигнал на выходе Z14. Если он равен 0, то возможна неисправ-ность в элементах 11—14, а если 1, то — в элементах 7а, 8 или 15а. Для пер-вого случая строят свою таблицу со-стояний и анализируют ее так, как показано на рис. 3,а (не включен выход Z14), для второго — на рис. 3, б (состояние Z8 известно).

Из последнего, наиболее простого случая видно, что четвертым можно контролировать выход Z7а или Z15а. Если сигнал на выходе Z7а равен 0, то, очевидно, дефект находится в эле-менте 7а (в катодной цепи лампы вы-ходного усилителя «красного» канала или в матрице «зеленого» сигнала), так как на выходе Z7б, а следова-тельно, и на Z6а (см. рис. 2) сигнал был в норме. При номинальном (1) сигнале на выходе Z7а возможна неис-правность элемента 8 или 15а. Если сигнал на выходе Z15а равен 0, то неисправен элемент 15а (выходной уси-литель «синего» канала и матрица «зе-леного» сигнала), так как на выходе Z14 сигнал был в норме (1). При номинальном (1) сигнале Z15а неисп-равен элемент 8 (выходной усилитель «зеленого» сигнала), так как на вы-ходе Z8 сигнал отсутствовал (0).

Аналогичным образом анализируют все остальные состояния функциональ-ной модели.

Результаты разработки программы можно представить в виде описания последовательности операций поиска неисправностей, однако оно будет очень большим по объему и неудобным в пользовании. Поэтому программу поис-ка дефекта изображают в виде схемы. Для нашего случая (блок цветности УЛПЦТ-59/61-II) такая схема изобра-жена на рис. 4. Начинают отыскание дефекта с контрольного выхода Z7б. Дальнейший поиск ведут по направле-нию стрелок от одного контрольного выхода к другому, в зависимости от наличия (1) или отсутствия (0) но-минального сигнала на предыдущем выходе. И так до неисправного функ-ционального элемента, номер которого указан в соответствующем квадрате. Нетрудно видеть, что для нахождения любого неисправного элемента доста-точно измерить сигнал в четырех-ше-сти контрольных точках.

До начала измерений следует убе-диться в соответствии номинальным питающих напряжений и внешних си-гналов. Для устранения дефекта в неис-правном функциональном элементе не-обходимо проверить режимы работы, состояние мест пайки и исправ-ность деталей.

В. ЕКИМОВ

г. Мытищи Московской обл.

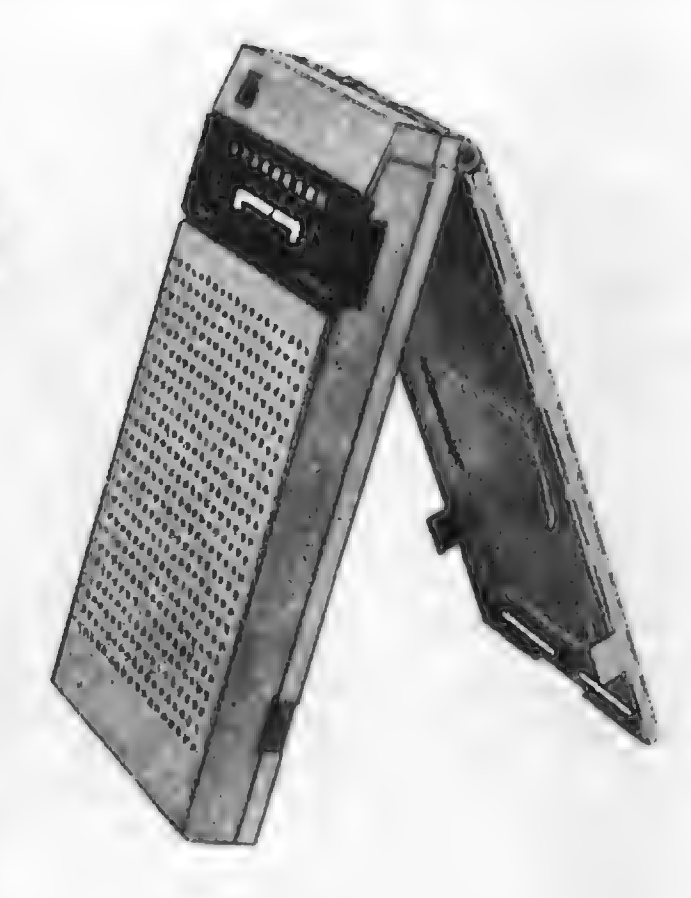
Таблица 2

Zi	Состояние блока Si															Число состояний		Wi
	6б	7а	8	11	12	13	14	15а	15б	23	24	25	26	27	28	«0»	«1»	
Z6б	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14	13
Z7а	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14	13
Z8	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	7	8	1
Z11	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14	13
Z12	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	13	11
Z13	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	12	9
Z14	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	4	11	7
Z15а	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	5	10	5
Z15б	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	5	10	5
Z23	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	14	13
Z24	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	14	13
Z25	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	2	13	11
Z26	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	4	11	7
Z27	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	7	8	1
Z28	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	3	12	9

Таблица 3

Zi	Состояние блока Si							Число состояний		Wi
	7а	8	11	12	13	14	15а	«0»	«1»	
Z7а	0	1	1	1	1	1	1	1	6	5
Z11	1	1	0	1	1	1	1	1	6	5
Z12	1	1	0	0	1	1	1	2	5	3
Z13	1	1	0	0	0	1	1	3	4	1
Z14	1	1	0	0	0	0	1	4	3	1
Z15а	1	1	0	0	0	0	0	5	2	3

«ЛЕЛЬ» — РАДИОПРИЕМНИК С СОЛНЕЧНОЙ БАТАРЕЕЙ



Одна из важнейших задач, стоящих егодня перед конструкторами пере-осной радиоприемной аппаратуры,— нижение мощности, потребляемой т химических источников тока. Реше-ие ее позволит удлинить срок службы тих источников и сэкономить дефи-итные материалы, идущие на их изго-овление. Весьма перспективно в этом лане — использование в качестве дополнительного источника питания ротопреобразователей солнечной нергии — солнечных батарей (СБ).

Применяемые в настоящее время СБ представляют собой набор крем-иевых фотоэлектрических преобразо-ателей, площадь и способ соедине-ия которых зависит от требуемых апряжения и тока питания приемника. Отдаваемая СБ мощность прямо про-орциональна площади преобразова-елей и их освещенности. Поскольку реальных условиях последняя колеб-ется в очень широких пределах, спользуют буферный режим: к обыч-ой гальванической батарее подсоеди-яют СБ. При затемненной СБ прием-ик работает от гальванической бата-еи, а если освещенность превышает екоторое значение, то бо́льшую часть агрузки принимает на себя СБ. Расче-ы показывают, что в таком режиме работы при среднестатистической ос-ещенности на территории СССР за есенне-летний период около 500 Вт/м^2 один комплект химических элементов может прослужить в 8...10 раз дольше.

К приемникам, питающимся от ком-бинированного источника (гальваниче-ская батарея + СБ), предъявляются специфические требования:

— работоспособность в широком интервале напряжения питания (при сильной освещенности оно возрастает в 1,5...2 раза по сравнению с номи-нальным, а в темноте и при разряжен-ной батарее снижается почти в 1,5 ра-за);

— исключение возможности раз-рядки гальванической батареи через затемненную СБ (при снижении осве-щенности СБ отключается диодом, включенным между СБ и приемником);

— отсутствие самовозбуждения приемника при работе только от СБ, имеющей большое внутреннее сопро-тивление.

Радиоприемник «Лель» — первый отечественный серийный радиоприем-ник, в котором наряду с обычной бата-реей из двух элементов 316 примене-на СБ. Разработан он ИРПА им. А. С. Попова совместно с новгород-ским ПО «Старт» на базе серийного приемника «Волхова».*

Как и прототип, «Лель» предназна-чен для приема передач радиовеща-тельных станций в диапазоне СВ на встроенную магнитную антенну. Его основные технические характеристики следующие:

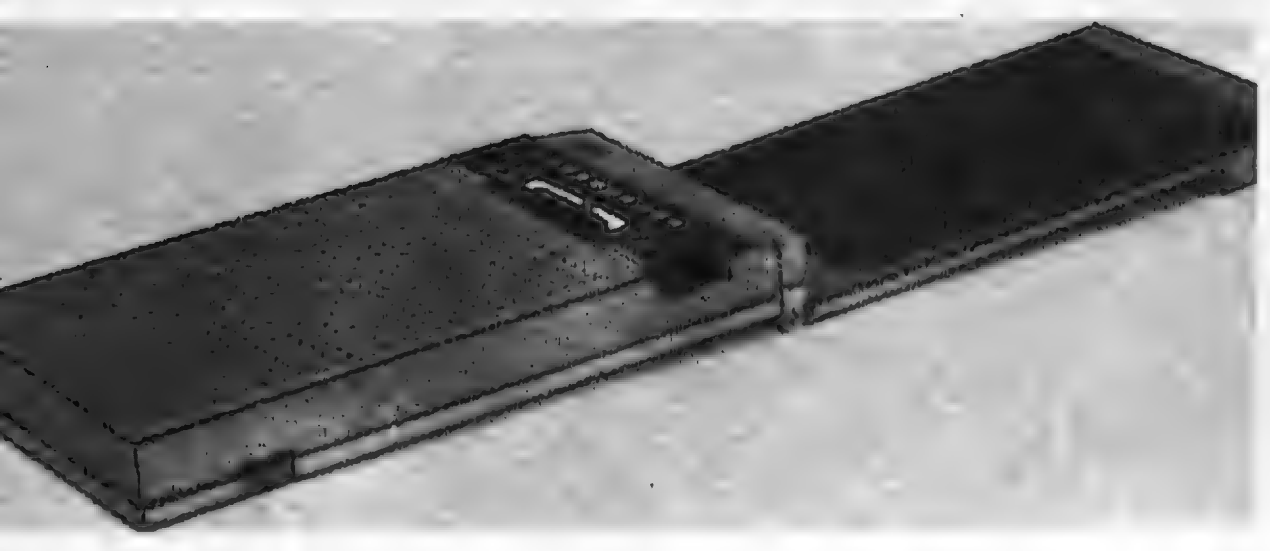
Реальная чувствительность, мВ/м, не более	2
Селективность, дБ не менее:	
по соседнему каналу при расстройке ±9 кГц	12
по зеркальному каналу	26
по промежуточной частоте	16
Выходная мощность, мВт:	
номинальная	40
максимальная	60...100
Диапазон, воспроизводимых частот, Гц, не уже	450...2500
Напряжение питания, В:	
номинальное	3
минимальное	2
максимальное	6
Ток покоя, мА, не более	15
Габариты, мм	145×72×25
Масса, г	240

В приемнике применена разрабо-танная НПО «Квант» (г. Москва) СБ из монокристаллического кремния с рабочей площадью 70 см^2. Габариты СБ — 115×65 мм, отдаваемая мощ-ность при стандартной освещенности 500 Вт/м^2 — 300 мВт. В условиях осве-щенности более 250 Вт/м^2 (солнце скрыто легкой облачностью) она обес-печивает нормальную работу приемни-ка без расхода энергии элементов 316.

СБ размещена на откидной крышке со стороны задней стенки корпуса приемника и прикрыта защитным стек-лом. Шарнирный механизм позволяет поворачивать ее вокруг оси на угол 180°.

В. ИРМЕС,
М. МОШКОВИЧ,
Р. САЙКИН

Ленинград



* По схеме аналогичен приемнику «Свирель» (см. Белов И. Ф., Белов В. И. Справочник по бытовой приемно-усилительной радиоаппаратуре: Переносные и автомобильные радиоприемники, кассетные магнитолы. Модели 1977—1981 гг.— М.: Радио и связь, 1984)



Схемотехника усилителей мощности ЗЧ

Общеизвестно, что качество звучания любого звуковоспроизводящего комплекса во многом зависит от параметров усилителя мощности звуковой частоты (УМЗЧ). К настоящему времени опубликовано множество вариантов транзисторных УМЗЧ, отличающихся порой очень высокими качественными показателями, однако поиск новых схемных решений, позволяющих в еще большей мере приблизить звучание звуковоспроизводящих устройств к естественному, продолжается. В этой статье рассмотрены некоторые пути совершенствования УМЗЧ на современной элементной базе.

Несмотря на многообразие схем транзисторных УМЗЧ, принципы их построения практически одни и те же. Подобно современным интегральным ОУ они, как правило, двухкаскадные (рис. 1). Основное усиление по напряжению обеспечивают первые два каскада. Выходной же каскад — чаще всего мощный повторитель напряжения, поэтому данная конфигурация УМЗЧ и получила название двухкаскадной.

Критерием качества УМЗЧ является характер и величина вносимых им искажений. Попытаемся классифицировать известные в настоящее время искажения сигнала ЗЧ.

Прежде всего обратим внимание на то, неидеальностью каких характеристик вызван тот или иной их вид. С этой целью разделим искажения на статические и динамические (см. рис. 2). Первые обусловлены нелинейностью статических передаточных характеристик каскадов УМЗЧ (например, нелинейностью входных и выходных характеристик используемых усилительных элементов), вторые — неидеальностью их переходных характеристик, под которыми понимается реакция усилителя на скачок входного напряжения. Статические искажения, в свою очередь, можно подразделить на гармонические, выражающиеся в изменении формы исходного сигнала определенной частоты, и интермодуляционные, проявляющиеся в обогащении спектра выходного сигнала комбинационными составляющими.

Статические интермодуляционные искажения могут быть амплитудными и фазовыми (обусловлены соответственно взаимной амплитудной и фазовой модуляцией [1—3] входных сигналов). Динамические искажения также можно разделить на гармонические и интермодуляционные. В первом случае речь идет об искажениях формы входного синусоидального сигнала, когда его амплитуда и частота превышают критические значения, определяемые максимальной скоростью нарастания выходного напряжения. Если же при этих условиях на входе УМЗЧ присутствуют еще и сигналы других частот, то появляются условия для возникновения и сильных интермодуляционных искажений.

Как уже было сказано, динамические искажения зависят, в частности, от такого параметра, как скорость нарастания выходного сигнала $V_{\text{н}}$, которая связана с максимальной частотой $f_{\text{в}}$ усиливаемого сигнала максимальной амплитуды соотношением $V_{\text{н}}=2\pi f_{\text{в}} U_m$, где U_m — максимальная амплитуда выходного напряжения. Если учесть, что выходная синусоидальная мощность $P=U_m^2/2R_{\text{н}}$, где $R_{\text{н}}$ — сопротивление нагрузки, то можно получить $V_{\text{н}}=2\pi f_{\text{в}}\sqrt{2PR_{\text{н}}}$.

Оценим необходимую для неискаженного звуковоспроизведения скорость нарастания выходного напряжения, если, например, все спектральные составляющие усиливаемого сигнала лежат ниже 20 кГц, а мощность усилителя на нагрузке сопротивлением 4 Ом равна 100 Вт. В этом случае в соответствии с приведенной выше формулой $V_{\text{н}}=3{,}6$ В/мкс. Дальнейшее увеличение скорости нарастания на динамические искажения в полосе звуковых частот практически не влияет [4].

Приведенная классификация удобна тем, что позволяет наиболее полно охарактеризовать искажения, вносимые усилителем. Следует иметь в виду, что

Рис. 1

Рис. 2

все виды искажений взаимосвязаны. Например, изменение коэффициента гармоник неизбежно скажется на интермодуляционных искажениях и т. д.

Человеческое ухо наиболее чувствительно к интермодуляционным искажениям. Их заметность в значительной мере зависит от вида музыкальной программы. Психоакустические исследования показали [5], что высококвалифицированные эксперты начинали замечать изменения в характере звучания фортепьяно, как только среднеквадратичное значение интермодуляционных искажений достигало 0,003 % (!). Для сравнения укажем, что порог заметности искажения звучания хора — 0,03 %, скрипки — примерно 0,3 %.

Рассмотрим теперь пути совершенствования отдельных каскадов УМЗЧ с целью построения устройства с минимальными искажениями.

Входной каскад определяет такие важные параметры УМЗЧ, как напряжение смещения «нуля» (постоянная составляющая выходного напряжения усилителя) и его температурную стабильность. От схемотехнического решения этого каскада во многом зависят максимальная скорость нарастания выходного напряжения и отношение сигнал/шум. В подавляющем большинстве современных УМЗЧ входной каскад — дифференциальный. Требования к нему определяются видом ООС, охватывающей весь УМЗЧ. Сопоставим инвертирующий (с параллельной ООС) и неинвертирующий (с последовательной ООС) усилители. Коэффициент усиления неинвертирующего усилителя (рис. 3,а) $K_u = 1 + R3/R2$, инвертирующего (рис. 3,б) $K_u = R3/R2$. Достоинство неинвертирующего усилителя — высокое входное сопротивление, которое ограничено у него сопротивлением резистора R1 (200 кОм), в то время как у инвертирующего усилителя оно практически равно сопротивлению резистора R2 (10 кОм).

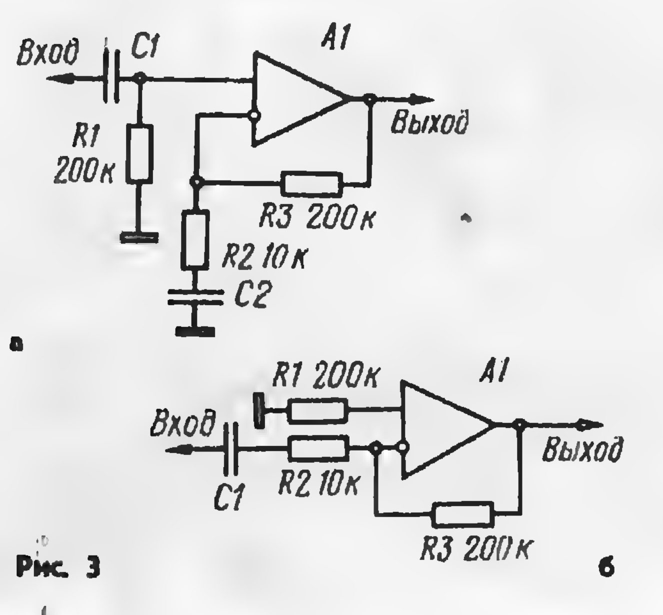


Рис. 3

Однако при анализе линейности входных каскадов (рис. 1) преимущества оказываются на стороне инвертирующего усилителя, и вот почему. При достаточно большом коэффициенте усиления УМЗЧ с разомкнутой цепью ООС напряжения на инвертирующем и неинвертирующем входах практически одинаковы. Например, если на вход неинвертирующего усилителя поступает входной сигнал напряжением 1 В, то такое же напряжение будет и на его инвертирующем входе. Иными словами, на входах усилителя присутствует переменное синфазное напряжение амплитудой 1,4 В. Легко видеть (см. рис. 1), что напряжение источника тока GI1 и напряжение коллектор-эмиттер транзисторов VT1 и VT2 входного дифференциального каскада будут при этом колебаться с размахом 2,8 В. Эта паразитная модуляция приводит к нелинейному изменению параметров транзисторов в такт со входным сигналом, что создает предпосылки для возникновения дополнительных искажений, в первую очередь, интермодуляционных. В инвертирующем усилителе синфазная составляющая практически равна нулю и вышеописанные искажения не возникают.

Для устранения влияния синфазной составляющей и снижения искажений неинвертирующего усилителя следует повышать выходное сопротивление источника тока и подбирать в дифференциальный каскад пару транзисторов с возможно более близкими параметрами [6]. В тех случаях, когда величина синфазной составляющей достигает нескольких вольт, вместо обычного однотранзисторного источника тока целесообразно использовать более совершенный источник тока на двух транзисторах VT5, VT6 (рис. 4) [3, 7]. В качестве дифференциальной пары VT3, VT4 использована интегральная сборка К159НТ1, транзисторы которой имеют близкие значения статического коэффициента $h_{21Э}$ и напряжений эмиттер-база. Для снижения рабочего напряжения транзисторов сборки (допустимое напряжение между их коллекторами и эмиттерами составляет 20 В) в коллекторные цепи введены более высоковольтные транзисторы VT1, VT2, включенные по схеме с ОБ. Резисторы R5, R9 также способствуют уменьшению динамических искажений [8].

Основным способом улучшения качественных показателей УМЗЧ остается введение глубокой ООС, что возможно при достаточно большом коэффициенте усиления исходного (без ООС) усилителя. Усиление же типового входного дифференциального каскада составляет 10...26 дБ. Увеличить его можно, заменив пассивную нагрузку в коллекторных цепях транзисторов VT1, VT2 (рис. 4) активной. Ее функции может выполнять так называемое «токовое зеркало» (рис. 5,а) или «токовое зерка-

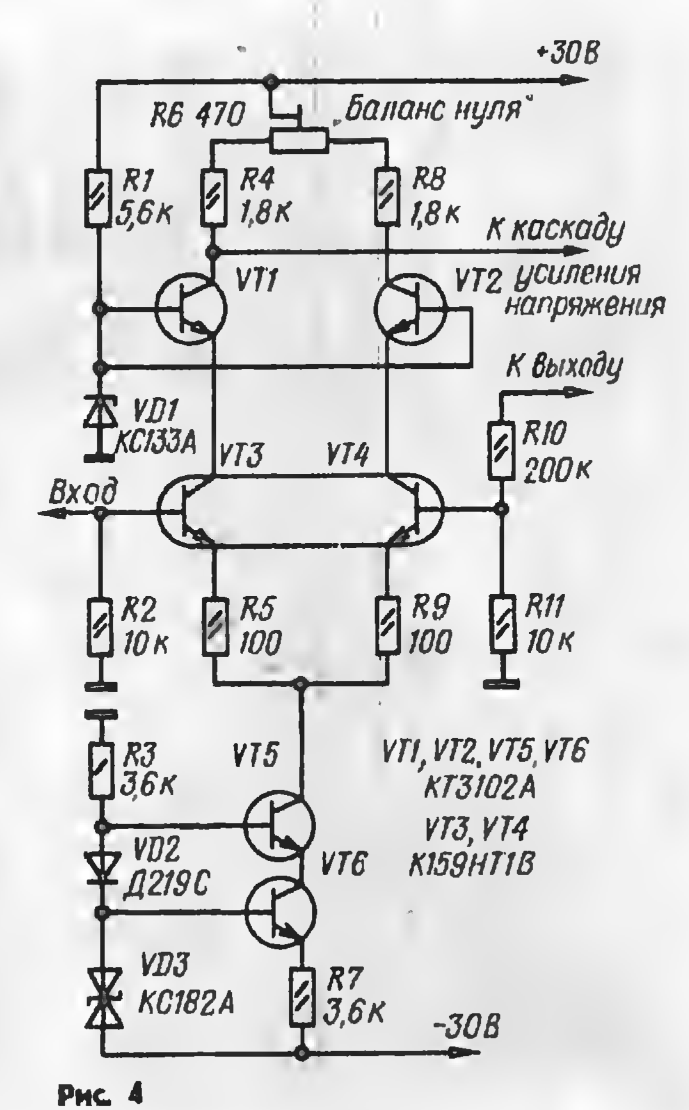


Рис. 4

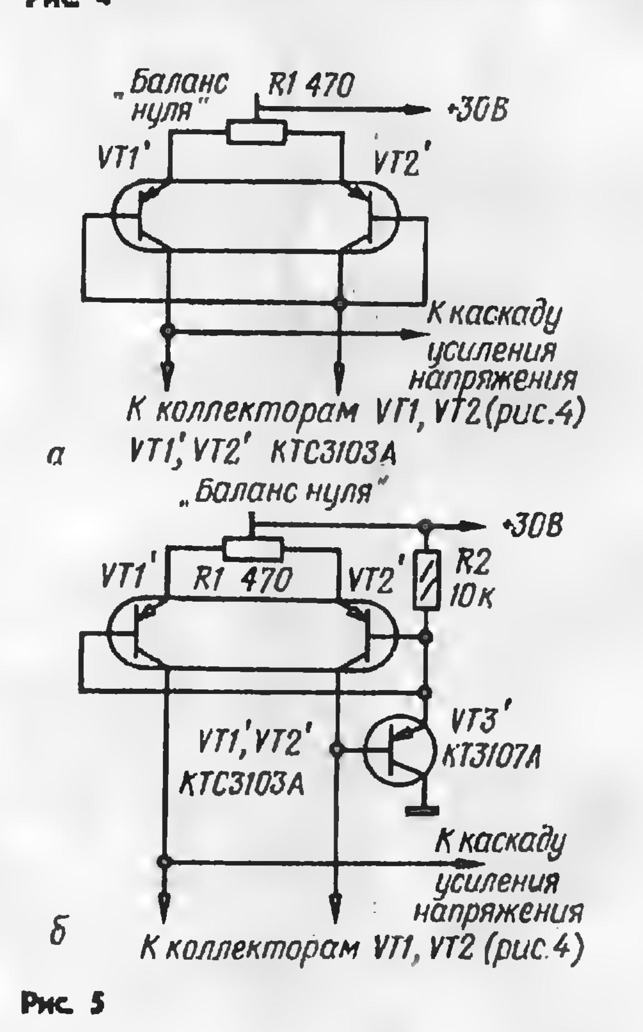


Рис. 5

ло» со следящей ООС (рис. 5, б). Нетрудно заметить, что в последнем случае напряжение между базой и коллектором транзистора VT2' равно напряжению на эмиттерном переходе транзистора VT3'. Благодаря этому падение напряжения на участке эмиттер-коллектор транзистора VT2' не превышает 1,3...1,4 В. Напряжение же между эмиттером и коллектором транзистора VT1' зависит от каскада усиления напряжения, но и оно, как правило, не превышает 3 В. Все это позволяет использовать в «токовом зеркале» транзисторы с малым допустимым напряжением коллектор-эмиттер, в частности, транзисторную сборку КТС3103А.

Следует заметить, что для реализации большого усиления, которое способен обеспечить дифференциальный каскад с такой нагрузкой, входное сопротивление следующего за ним каскада должно быть достаточно высоким.

Во входном каскаде по схеме на рис. 4 можно использовать транзисторы КТ312Б, КТ315В, КТ315Г и КТ3102Б и транзисторные матрицы серии К198 (К198НТ1—К198НТ4). Стабилитрон VD1 можно заменить на КС139А, VD3 — на КС175А или КС168А (в последнем случае сопротивление резистора R7 необходимо уменьшить соответственно до 3,3 или 3 кОм, а резистора R3 — увеличить до 3,9 кОм). Стабистор VD2 можно заменить одним-двумя последовательно включенными кремниевыми диодами, транзистор VT3 (рис. 5, б) — транзистором КТ3107Б, КТ3108А, КТ3108В, КТ313А, КТ313Б.

Экспериментальные исследования типового усилителя (рис. 1) показали, что входной каскад и усилитель напряжения вносят примерно равный вклад в интермодуляционные искажения УМЗЧ. Авторами был испытан неинвертирующий УМЗЧ с коэффициентом интермодуляционных искажений 0,1 %. Введение в его входной каскад двухтранзисторного источника тока (рис. 4) позволило снизить эти искажения в 3...4 раза.

Усилитель напряжения вносит основной вклад в коэффициент усиления УМЗЧ с разомкнутой ООС. Он должен обеспечивать максимальную амплитуду выходного напряжения при минимальных гармонических и интермодуляционных искажениях, а для согласования с входным каскадом, работающим на активную нагрузку, иметь достаточно высокое входное сопротивление. В типовых УМЗЧ функции усилителя напряжения выполняет обычно каскад на биполярном транзисторе, включенном по схеме ОЭ (рис. 1). Источник тока GI2 играет роль динамической нагрузки и способствует увеличению максимальной амплитуды выходного сигнала. Отметим основные недостатки такого усилителя напряжения.

Начнем с того, что выходные характеристики транзистора, включенного по схеме ОЭ, существенно нелинейны, поскольку его коллекторный ток определяется в этом случае не только током базы, но в значительной степени и напряжением коллектор-эмиттер, которое в усилителях напряжения изменяется на величину размаха выходного сигнала. Эффект же модуляции коллекторного тока напряжением коллектор-эмиттер приводит к значительным гармоническим искажениям (до 10 % и более [9]).

Известно также, что нелинейность входных характеристик транзистора в рассматриваемом включении приводит к сильной зависимости входного сопротивления каскада от подаваемого на его вход напряжения, а поскольку это напряжение является выходным для предыдущего каскада, характер нагрузки входного каскада становится нелинейным.

И, наконец, емкость коллекторного перехода транзистора, включенного по схеме ОЭ, также изменяется в такт с колебаниями напряжения на коллекторе, в результате чего частота среза усилителя, линейно зависящая от суммарной емкости коллекторного перехода и конденсатора С1 (см. рис. 1), становится зависимой от выходного напряжения этого каскада. Модуляция же частоты среза выходным напряжением приводит к появлению фазовых интермодуляционных искажений [1—3].

Указанные недостатки отсутствуют в более сложном усилителе напряжения с использованием местной ООС, схема которого приведена на рис. 6 [10—13]. На транзисторе VT1 собран эмиттерный повторитель с высоким входным сопротивлением, согласующий усилитель напряжения с активной нагрузкой входного каскада. Транзисторы VT2, VT3 использованы в каскодном усилителе, проходная емкость которого, как известно, невелика. При таком включении выходные характеристики транзистора VT3 практически линейны и изменение напряжения коллектор-база слабо отражается на коллекторном токе каскада. Повышению линейности усилителя способствует и местная ООС (через резистор R3). Паразитная емкость между точками включения корректирующего конденсатора С1 очень мала, что снижает вероятность возникновения фазовых интермодуляционных искажений.

Вместо транзисторов КТ3107Г (VT1, VT2) в усилителе можно использовать любые другие кремниевые транзисторы с большим коэффициентом передачи тока $h_{21Э}$ (например, КТ3107 с индексами Д—Ж, К, Л, КТ361 с индексами Б и Е), вместо КТ313А (VT3) — любой транзистор с малым значением $h_{21Э}$ и большим допустимым напряжением между коллектором и эмиттером. Стабилитрон VD1 можно заменить на КС139А.

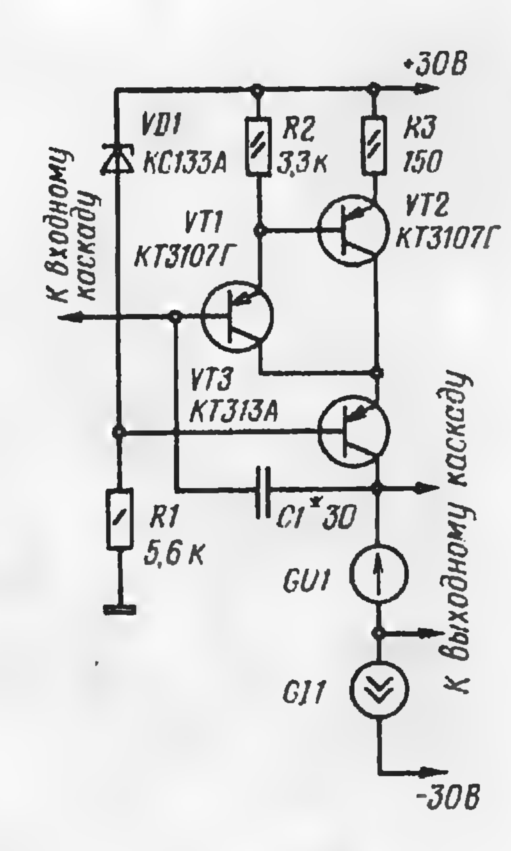


Рис. 6

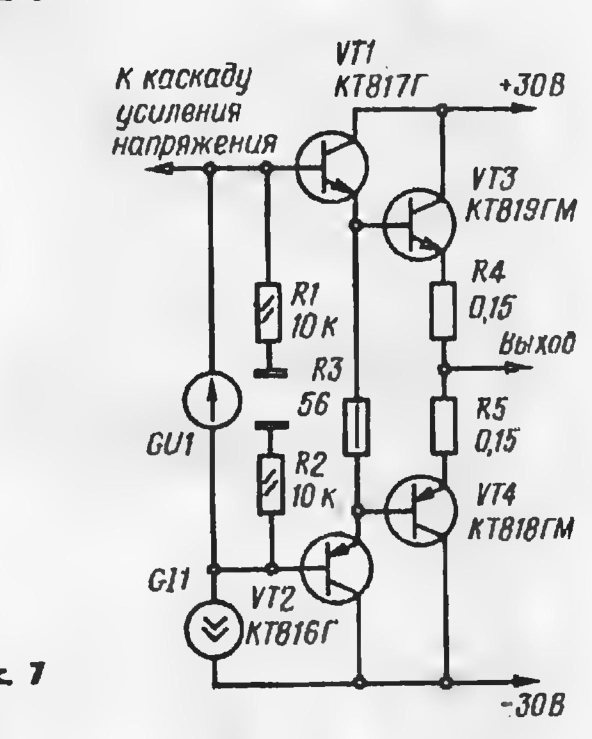


Рис. 7

Недостаток рассмотренного каскада — несколько меньшая (по сравнению с традиционным) амплитуда выходного сигнала из-за падения напряжения на двух транзисторах VT2, VT3 и резисторе R3 — несуществен, так как в большинстве случаев разница не превышает 5...7 %.

Выходной каскад должен обеспечить на низкоомной нагрузке неискаженный сигнал требуемой мощности при высоком КПД. Рассмотрим традиционный каскад (рис. 1) на комплементарных парах транзисторов, включенных по схеме двухтактного эмиттерного повто-

рители. В качестве выходных используют обычно мощные комплементарные низкочастотные транзисторы серий КТ818, КТ819 и др. с граничной частотой 3...4 МГц. При включении таких транзисторов по схеме на рис. 1 в их базах накапливаются электрические заряды, что эквивалентно наличию внутренней емкости база-эмиттер, которая зависит от граничной частоты и у современных мощных транзисторов может достигать десятых—сотых долей микрофарады.

Рассмотрим это явление подробнее. Допустим, что на вход каскада поступает положительная полуволна сигнала и работает верхнее (по схеме) плечо двухтактного каскада (VT4, VT6). Транзистор VT4 включен по схеме ОК и имеет малое выходное сопротивление, поэтому протекающий через него ток быстро заряжает входную емкость транзистора VT6 и открывает его. Теперь, чтобы полностью закрыть транзистор VT6, необходимо разрядить эту емкость, а разряжаться она, как нетрудно видеть, может в основном через резисторы R5, R6, причем относительно медленно. При использовании транзистора с граничной частотой 3МГц и резисторов R5, R6 сопротивлением 100 Ом скорость убывания коллекторного тока транзистора VT6 составит примерно 0,15 А/мкс [13]. После смены полярности выходного напряжения включается нижнее (по схеме) плечо выходного каскада. Но поскольку емкость база-эмиттер транзистора VT6 к этому времени не успевает разрядиться, он не закрывается и через транзистор VT7, помимо своего, протекает коллекторный ток транзистора VT6. В результате из-за возникновения сквозного тока не только повышается рассеиваемая транзисторами на высоких частотах мощность и падает КПД усилителя, но и растут искажения сигнала. При чрезмерно высокой скорости нарастания выходного напряжения и воздействии на усилитель сигнала высокочастотной помехи возможен даже выход мощных транзисторов из строя [14].

Простейший способ устранения описанного недостатка — уменьшение сопротивления резисторов R5, R6, однако при этом возрастает мощность, рассеиваемая на транзисторах VT4, VT5. Другой путь — видоизменить схему выходного каскада (рис. 7). Здесь рассасывание избыточного заряда форсировано путем подключения резистора R3 к эмиттеру транзистора VT2, который находится под более отрицательным потенциалом, чем точка, с которой снимается выходное напряжение.

Из-за высокого выходного сопротивления предоконечного каскада избыточный заряд может накапливаться и на базах транзисторов VT1, VT2. Чтобы этого не произошло, их базы соединены с общим проводом через резисторы R1, R2. Экспериментальная проверка показала, что описанные меры достаточно эффективны: по сравнению с типовым скорость убывания коллекторного тока в каскаде по схеме на рис. 7 оказывается вчетверо большей (0,6 А/мкс), а вызванные рассмотренным эффектом искажения на частоте 20 кГц — примерно втрое меньшими.

(Окончание следует)

Н. ДМИТРИЕВ, Н. ФЕОФИЛАКТОВ
г. Москва

ЛИТЕРАТУРА

1. **Cherry Edward M.** Amplitude and Phase of Intermodulation Distortion.— Journal of the Audio Engineering Society, 1983, v. 31, N 5, p. 298—303.
2. **Cordell Robert R.** Another View on TIM. Part 1.— Audio, 1980, v. 64' N 2, p. 38—49.
3. **Cordell Robert R.** Phase Intermodulation Distortion Instrumentation and Measurements.— Journal of the Audio Engineering Society, 1983, v. 31, N 3, p. 114—123.
4. **Krauter M.** Nf—Verstarker: Der Gesamt-eindruck zält.— Funkschau, 1983, N 18, s. 59—61.
5. **Petri—Larmi M., Otala M., Lammasniemi J.** Psychoacoustic Detection Threshold of Transient Intermodulation Distortion.— Journal of the Audio Engineerlng Society, 1980, v. 28, N 3, p. 98—104.
6. **Достал И.** Операционные усилители. Пер. с англ.— М.: Мир, 1982.
7. **Scott Robert F.** Power MOSFET Amplifiers.— Radio—Electronics, 1983, v. 54, N 7, p. 80—81.
8. **Leach Marshall W.** An Amplifier Input Stage Design Criterion for the Supression of Dynamic Distortions.— Journal of the Audio Engineering Society, 1981, v. 29, N 4, p. 249—251.
9. **Cherry Edward M.** Transient Intermodulation Distortion.— Part 1: Hard Nonlinearity.— IEEE Transactions on Acoustics, Speech, and Signal Processing, 1981, v. ASSP—29, N 2, p. 137—146.
10. **Cherry Edward M.** Feedback, Sensitivity, and Stability of Audio Power Amplifiers.— Journal of the Audio Engineering Society, 1982, v. 30, N 5, p. 282—294.
11. **Kondo Hikaru.** Nuevo concepto en amplificadores de potencia para audio sistema "super A" de JVC.— Mundo electronico, 1980, N 102, p. 75—81.
12. **Borbely Erno.** High Power High Quality Amplifier Using MOSFETs.— Wireless World, 1983, v. 89, N 1556, p. 69—75.
13. **Cordell Robert R.** Another View of TIM. Part 2.— Audio, 1980, v. 64, N 3, p. 39—40.
14. **Титце У., Шенк К.** Полупроводниковая схемотехника. Справочное руководство. Пер. с нем.— М.: Мир, 1982, с. 240.



Милливольтметр

Прибор, внешний вид которого показан на рис. 1 3-й с. обложки, измеряет эффективные значения синусоидального напряжения от 1 мВ до 1 В, при использовании дополнительного делителя-насадки до 300 В, в интервале частот 20 Гц...20 МГц. Применение в милливольтметре широкополосного усилителя с выпрямителем, охваченных общей отрицательной обратной связью (ООС), позволило получить высокую точность показаний и линейную шкалу. Основная погрешность на частоте 20 кГц — не более ±2 %. Дополнительная частотная погрешность в интервале 100 Гц...10 МГц не превышает ±1, а в интервалах 20...100 Гц и 10...20 МГц — ±5 %. Погрешность от переключения пределов измерения в интервалах частот до 10 и от 10 до 20 МГц — соответственно не более ±2 и ±6 %. С достаточной для радиолюбительской практики точностью (±10...12 %) прибором можно измерять напряжения частотой до 30 МГц, однако минимальное напряжение при этом составляет 3 мВ. Входное сопротивление милливольтметра — 1 МОм, входная емкость — 8 пФ. Прибор питается от батареи из одиннадцати аккумуляторов Д-0,25. Потребляемый ток — около 20 мА. Время непрерывной работы от свежезаряженной батареи — не менее 12 ч.

Милливольтметр содержит (см. схему) делитель-насадку (R1, R2, C1), выносной пробник (VT1, VT2), делитель напряжения (R8—R13), широкополосный усилитель (VT3—VT10, VT16—VT19), выпрямитель (VD1, VD2), нагруженный измерительным прибором PA1, стабилизатор напряжения

(VT11—VT15, VD3) и зарядное устройство (VD4).

Коэффициент деления делителя-насадки 1/300. Конденсатор C1 устраняет влияние паразитной емкости.

Каскад выносного пробника охвачен 100 %-ной ООС. Его нагрузкой и одновременно элементом цепи ООС служит делитель напряжения R8—R13. Дополнительный резистор R8 включен для согласования делителя с волновым сопротивлением (150 Ом) соединительного кабеля. Конденсаторы C4, C5 компенсируют частотные искажения.

Широкополосный усилитель милливольтметра собран на транзисторах VT3—VT10. Собственно усилитель — трехкаскадный, на транзисторах VT4, VT7, VT10 с нагрузкой, функции которой выполняет усилитель на транзисторах VT3, VT6, VT9. Включенные диодами транзисторы VT5 и VT8 увеличивают напряжение между коллекторами и эмиттерами транзисторов VT3 и VT4.

Вход усилителя подключен через конденсаторы C6, C7 и переключатель SA1.2 к выходу делителя напряжения. Поляризующее напряжение в точку соединения конденсаторов подано через резистор R14. Резистор R15 образует с входной емкостью транзистора VT4 фильтр нижних частот, обеспечивающий снижение усиления за пределами рабочей полосы частот усилителя.

По постоянному току усилитель охвачен общей ООС через резисторы R15 и R21. Каскады нагрузки также охвачены общей ООС, причем глубина ее равна 100 %, так как база транзистора VT3 непосредственно соединена с эмиттером транзистора VT9. Эта ООС действует и на переменном токе (резистор R25 не шунтирован конденсатором), что значительно увеличивает выходное сопротивление транзистора VT9 (и всего усилителя) и уменьшает его выходную емкость до единиц пикофарад. При этом создаются условия для передачи всей мощности усиливаемого сигнала на выпрямитель (VD1, VD2) в широком интервале частот. Высокое выходное сопротивление обеспечивает режим генератора тока в цепи выпрямителя и линейную шкалу.

При указанном на схеме включении транзисторов VT9 и VT10 добиться стабильности рабочего режима усилителя очень трудно. Хороших результатов удалось достичь соединением коллекторов транзисторов VT3 и VT4 через резисторы R18 и R19 [1] и подключением коллекторов транзисторов VT6 и VT7 к точке их соединения [2].

Если по какой-либо причине, например, из-за увеличения температуры транзистора VT3, возрастает его коллекторный ток. В результате уменьшаются напряжение между его коллектором и эмиттером и токи транзисторов VT6, VT9, а напряжение коллектор-эмиттер последнего возрастает. Однако коллекторный ток транзистора VT6 уменьшается значительно в большей степени, чем увеличивается ток транзистора VT3, поэтому их суммарный ток становится существенно меньше. Это вызывает снижение тока транзистора VT7, а следовательно и VT10, что приводит к росту напряжения коллектор-эмиттер транзистора VT10 и изменению напряжения в точке соединения коллекторов транзисторов VT9, VT10 в сторону первоначального значения. Таким образом обеспечивается относительно высокая стабильность работы устройства: при изменении исходной температуры (+18...20 °C) на ±30 °C постоянное напряжение на выходе изменяется на 10...25 %.

Основной недостаток описываемого усилителя — необходимость (из-за



Трудный боевой путь солдата прошел по дорогам Великой Отечественной войны Григорий Микиртичевич Микиртичан. С весны 1943 г. радист и радиомастер 1-й Гвардейской кавалерийской дивизии, он обеспечивал бесперебойную работу её радиостанций на всех фронтах. К тому времени он уже был с радиотехникой, как говорится, на ты.

Свой первый радиоприемник Григорий Микиртичан собрал в 14 лет по описанию в журнале «Радиофронт». Заканчивая в 1941 г. школу, он одновременно занимался на курсах киномехаников и радиотехников при Московском доме радиолюбителя. После школы хотелось поступить в институт связи.

Но началась война. Семья эвакуировалась в Ташкентскую область. Здесь он устраивается на работу радиотехником на радиоузле, а в 1942 г. поступает в Московский институт инженеров связи, находившийся тогда в Ташкенте. Однако учиться не пришлось. Осенью того же года Г. М. Микиртичана призывают на военную службу.

Григорий Микиртичевич участвовал в боях при форсировании Днепра, Одера, Нейсе, Эльбы, при освобождении многих городов Украины и Польши, был участником рейда по тылам противника в предгорьях Карпат, битвы за Берлин. Его мужество и храбрость отмечены орденом Красной Звезды, медалями «За отвагу», «За боевые заслуги» и др.

После окончания в 1951 г. Московского электротехнического института связи Г. М. Микиртичан работает в Центральном научно-исследовательском институте связи. Здесь он стал кандидатом технических наук, автором 12 изобретений, написал несколько десятков научных статей.

И все эти годы Г. М. Микиртичан продолжал заниматься радиолюбительским конструированием. Он разработал несколько транзисторных радиоприемников и высококачественных усилителей звуковой частоты. Некоторые из его конструкций были описаны в нашем журнале и в брошюрах массовой радиобиблиотеки.

Сегодня мы знакомим читателей с последней радиолюбительской разработкой Г. М. Микиртичана — высокочастотным широкополосным милливольтметром.

большого разброса параметров транзисторов) начальной установки постоянного напряжения на выходе подбором одного из резисторов R25 или R26. Чтобы этого не делать, усилитель дополнен следящим каскадом на транзисторах VT16—VT19, который обеспечивает дополнительную общую ООС по постоянному току и служит для стабилизации рабочего режима усилителя [3]. Полезная особенность каскада заключается в том, что токи баз транзисторов VT16 и VT18 протекают через резистор R27 в противоположных направлениях, результирующий ток очень мал, поэтому сопротивление резистора может быть очень большим, а стабилизирующее действие каскада высоким.

Если из-за каких-либо причин напряжение на выходе усилителя увеличивается, токи транзисторов VT18, VT19 возрастают, а транзисторов VT16, VT17 — уменьшаются. В итоге падение напряжения на резисторе R17 становится меньше, и напряжение между эмиттером и базой транзистора VT3 повышается, что вызывает увеличение его коллекторного тока и уменьшение напряжения между эмиттером и коллектором. Это приводит к снижению тока транзисторов VT6 и VT9, в результате чего напряжение на выходе стремится к первоначальному значению. Кроме того, при уменьшении коллекторного тока транзисторов VT16, VT17 становится меньше напряжение на резисторе R26, а следовательно, и коллекторный ток транзистора VT4. Напряжение на его коллекторе и токи транзисторов VT7 и VT10 возрастают, что вызывает уменьшение напряжения между коллектором и эмиттером транзистора VT10 и восстановление первоначального режима работы усилителя. К тому же уменьшение коллекторного тока транзистора VT4 приводит к снижению тока транзистора VT6, а следовательно и VT9, что также способствует поддержанию заданного режима работы усилителя.

Следует отметить, что восстановительное действие по коллекторной цепи транзисторов VT16 и VT17 значительно слабее, чем по эмиттерной, так как их коллекторы подключены к цепи эмиттера транзистора VT10 выходного каскада усилителя. Тем не менее оно улучшает работу следящего каскада.

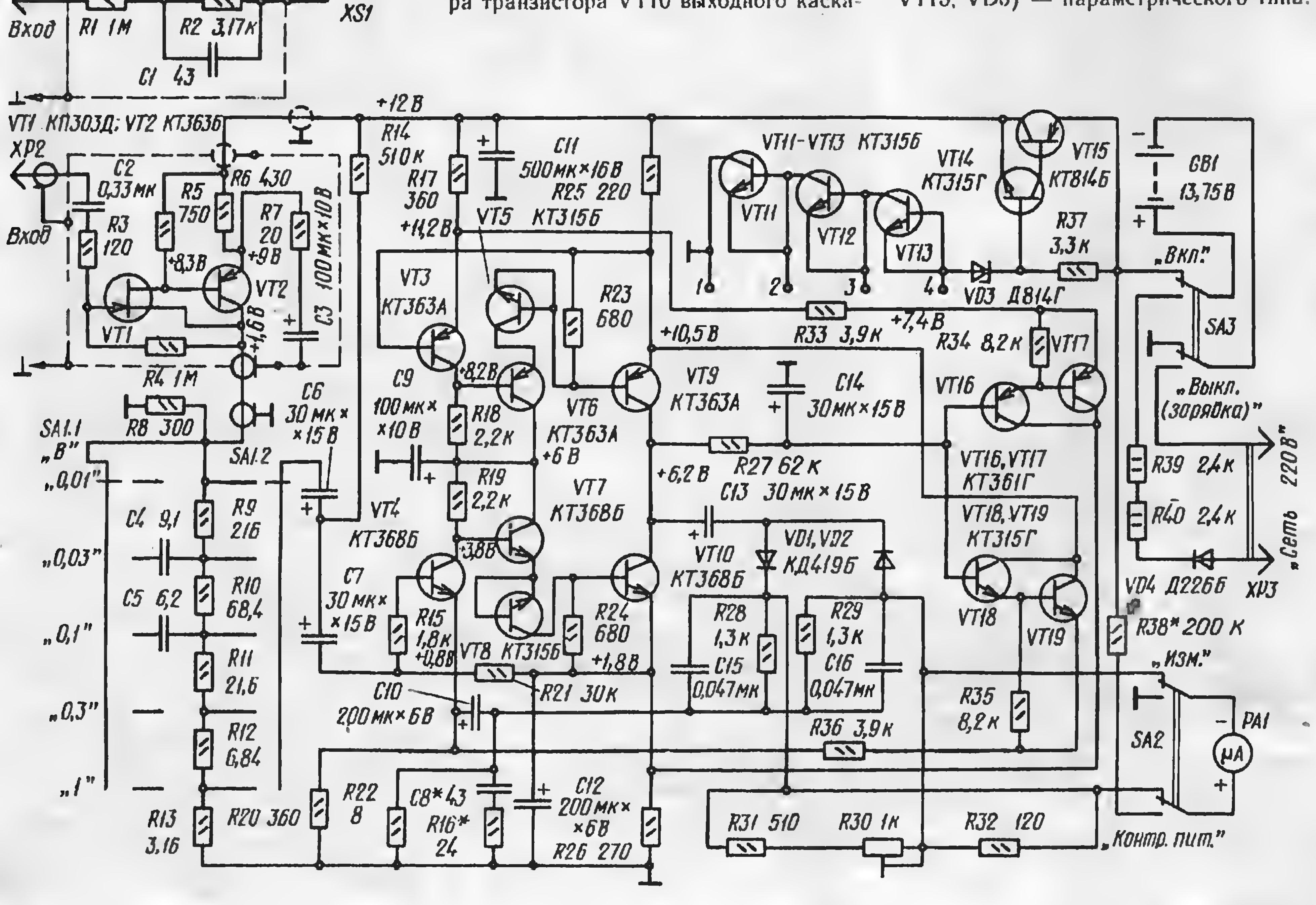
Аналогичным образом стабилизирует режим работы усилителя составной транзистор VT18VT19.

Благодаря применению следящего каскада широкополосный усилитель не требует установки режимов транзисторов и может работать в широком интервале температуры.

Выпрямитель милливольтметра — двухполупериодный с раздельной нагрузкой в каждом плече (R28C15 и R29C16). Резистор R30 служит для калибровки прибора PA1.

Широкополосный усилитель и выпрямитель охвачены общей ООС по переменному току через резистор R22. Это обеспечивает повышение линейности выпрямителя и стабильности показаний прибора, а также расширение рабочего интервала частот. Для увеличения глубины ООС по переменному току в цепи эмиттеров транзисторов VT4, VT10 включены блокировочные конденсаторы C10 и C12. Цепь R16C8, шунтирующая резистор R22, корректирует частотную характеристику усилителя на высших частотах.

Стабилизатор напряжения (VT11—VT15, VD3) — параметрического типа.



Транзисторы VT11—VT13 использованы в качестве стабисторов в цепи стабилитрона Д814Г (VD3), имеющего большой разброс напряжения стабилизации. Соединяя перемычкой точки 1 и 2, 1 и 3 или 1 и 4, получают требуемое для работы прибора напряжение питания 12±0,3 В.

Зарядное устройство собрано по схеме однополупериодного выпрямителя с ограничительными резисторами R39, R40.

В милливольтметре предусмотрен контроль напряжения аккумуляторной батареи GB1 в положении «Контр. пит.» переключателя SA2. При этом резистор R38 задает верхний предел измерения 20 В.

Резисторы R1, R2, R9—R13, R15, R22 и R38 должны иметь малый температурный коэффициент сопротивления, поэтому следует использовать резисторы С2-29, С2-23, БЛП, УЛИ и т. п. Если же повышенные стабильность и точность в широком интервале температуры не требуются, то можно применить резисторы МЛТ. В этом случае приемлемая для радиолюбительской практики погрешность измерений будет обеспечиваться при температуре 20±±15 °С. Остальные резисторы — МЛТ с допуском 5 %. Все оксидные конденсаторы в милливольтметре — К50-6, остальные — КМ4—КМ6 и т. п.

Транзисторы серий КТ315, КТ363, КТ368 и диоды серии КД419 можно использовать с любым буквенным индексом. Диод VD4 — любой кремниевый маломощный с допустимым обратным напряжением 400 В и прямым током не менее 50 мА. Стабилитрон Д814Г можно заменить любым другим маломощным с напряжением стабилизации 11 В. В выпрямителе (VD1, VD2) можно использовать детекторные или смесительные диоды СВЧ (Д604, Д605 и др.), а в крайнем случае и германиевые диоды Д18, Д20, однако при этом верхний предел рабочего интервала частот уменьшится до 10...15 МГц.

Переключатель SA1 — ПГ-3 (5П2Н), но можно использовать ПГК, 11М и другие галетные, лучше керамические; SA2 и SA3 — тумблеры ТП1-2.

Измерительный прибор PA1 — микроамперметр М93 с внутренним сопротивлением 350 Ом, током полного отклонения 100 мкА и двумя шкалами с конечными отметками 30 и 100. Можно использовать и другие приборы (например, М24 и аналогичные) с иным током полного отклонения, но не более 300 мкА, необходимо только подобрать резисторы R32 и R38.

Милливольтметр смонтирован в корпусе (см. обложку) размерами 200××115×66 мм из дюралюминия толщиной 1,5 мм; лицевая панель изготовлена из того же материала толщиной 2,5 мм. В последней имеются два отверстия диаметром 28 мм для размещения выносного пробника и делителя-насадки.

Детали пробника смонтированы на плате — пластине из органического стекла (можно из гетинакса или стеклотекстолита) толщиной 1,5 мм — в соответствии с рис. 2 обложки. Соединения выполнены отрезками медного луженого провода диаметром 0,4 мм, вставленными со стороны деталей и припаянными к их загнутым выводам с другой стороны (печатный монтаж не применен с целью уменьшения паразитных емкостей и потерь в диэлектрике). Конденсатор С3 прикреплен к плате проводом диаметром 0,5 мм, пропущенным через специально предусмотренные для этого отверстия.

Выносной пробник и делитель-насадка выполнены в виде стыкуемых одна с другой частей коаксиального разъема (штепсель — пробник, гнездо — делитель-насадка). Конструкция первого из них показана на рис. 3 обложки. К латунному штырю припаян вывод конденсатора С2, расположенного на монтажной плате, которая плотно вставлена в конусообразный наконечник из органического стекла. В качестве цилиндрического экрана использован корпус оксидного конденсатора. Внешний диаметр экрана — 28, длина — 54 мм. На экране закреплен хомут из жести с гибким проводом для подключения к контролируемому устройству. Через отверстие в торце экрана в пробник введены два кабеля длиной около 1 м: один из них (коаксиальный с волновым сопротивлением 150 Ом) использован для соединения пробника с делителем напряжения, другой (экранированный провод) — для подачи напряжения питания. Экранирующие оплетки обоих кабелей припаяны к общим точкам пробника и усилителя. К ним же подключены экран пробника и корпус прибора.

Примерно так же устроен и делитель-насадка (см. рис. 4 обложки). К конусообразному наконечнику из органического стекла на расстоянии примерно 20 мм от штыря привинчена перегородка из жести с экранирующей трубкой внутренним диаметром в 2...3 раза большим, чем диаметр резистора R1, и длиной на 1...2 мм большей его длины (без выводов). Перегородка припаяна к трубке в средней части и имеет электрический контакт с внешним цилиндрическим экраном. Резистор R1 размещен в трубке коаксиально, один его вывод припаян к штырю, второй — к латунному гнезду, расположенному на расстоянии 14...15 мм от перегородки. Гнездо закреплено в диске из органического стекла толщиной 7 и диаметром 27 мм, соединенном с перегородкой двумя Г-образными латунными уголками и винтами.

Резисторы R8—R13 и конденсаторы С4, С5 с предварительно укороченными выводами припаяны непосредственно к контактам переключателя SA1. Вывод подвижного контакта переключателя SA1.2 расположен поблизости от входа усилителя, а вывод, к которому припаяны резисторы R12 и R13, — на расстоянии, чуть большем длины резистора R13 (без выводов), от общей точки усилителя. Выводы резистора R13 укорочены до 2...2,5 мм для того, чтобы их индуктивное сопротивление на высшей рабочей частоте было значительно меньше активного сопротивления резистора (иначе возрастут частотные искажения на высоких частотах).

Элементы зарядного устройства R39, R40 и диод VD4 смонтированы на небольшой плате, закрепленной на лицевой панели возле вилки ХР3.

Остальные детали милливольтметра размещены на плате из стеклотекстолита толщиной 1,5 мм, как показано на рис. 5 обложки. Она закреплена на резьбовых шпильках-выводах микроамперметра PA1. Оксидные конденсаторы установлены на плате вертикально, выводы загнуты с противоположной стороны в соответствующих монтажу направлениях. Выводы резистора R22 укорочены до 2...3 мм.

Через отверстия а—а в левой (на обложке) части платы пропущен 3 раза луженый провод диаметром 0,7 мм и залит припоем. Этот провод — общая точка усилителя. Соединения с ней, показанные штриховой линией, выполнены проводом того же диаметра с противоположной деталям стороны, причем от конденсатора С11 проложен двойной провод для уменьшения индуктивности. Таким же способом подключены выводы резисторов R28, R29 и конденсаторов С15, С16 к точке соединения резистора R22 и конденсаторов С8, С10. При повторении конструкции все эти провода следует проложить кратчайшим путем, но так, чтобы они по возможности не пересекали других проводов и не проходили под точками пайки (на обложке они для наглядности показаны без учета этих требований).

Аккумуляторная батарея GB1 установлена на плате между двумя пружинящими уголками, служащими ее выводами. Аккумуляторы помещены в трубку, склеенную из плотной бумаги (2—3 слоя). Края трубки длиной 110...115 мм завальцованы с обоих концов. На плате батарея закреплена гибким монтажным проводом.

Налаживание милливольтметра начинают с установки напряжения питания, соединяя при необходимости перемычкой контакты 2,3 или 4 с контактом 1. Далее проверяют напряжение на истоке

транзистора VT1. Если оно меньше 1,5 В, то на затвор транзистора следует подать небольшое (доли вольта) положительное напряжение с резистивного делителя общим сопротивлением 130...140 кОм. Затем проверяют режимы работы транзисторов в усилителе. Измеренные значения напряжения не должны отличаться от указанных на схеме более чем на ±10 %.

После этого на вход милливольтметра (XP2) подают с генератора стандартных сигналов колебания частотой 100 кГц и напряжением 10 мВ. Переключатель устанавливают в положение «0,01». Изменяя сопротивление резистора R30, добиваются отклонения стрелки прибора PA1 на конечную отметку шкалы.

Наконец, плавно перестраивая генератор, проверяют частотную характеристику прибора в области высоких частот, предварительно отключив вывод конденсатора C8 от резистора R22. На частоте 20 МГц показание милливольтметра не должно уменьшаться (по отношению к 100 кГц) более чем на 10...20 %. Если же это не так, необходимо уменьшить сопротивление резистора R15.

После этого восстанавливают соединение конденсатора C8 с резистором R22 и добиваются равномерности частотной характеристики на высоких частотах, подбирая при необходимости конденсатор C8 и резистор R16. В отдельных случаях для более точной корректировки частотной характеристики в интервале от 16 до 20 МГц в эту цепь последовательно включают дроссель, намотав на резисторе МЛТ-0,25 сопротивлением более 15 кОм 10—25 витков провода ПЭВ-1 диаметром 0,11... 0,13 мм в один ряд.

Для проверки частотной характеристики в области низких частот используют генератор Г3-33, Г3-56 или аналогичный при включенном внутреннем сопротивлении 600 Ом и в положении «АТТ» переключателя выходных сопротивлений. Частотные искажения в этой области зависят исключительно от емкости блокировочных и разделительных конденсаторов C2, C3, C6, C7, C9—C13 (чем она больше, тем искажения меньше).

Г. МИКИРТИЧАН

г. Москва

ЛИТЕРАТУРА

1. Авт. свид. СССР № 559363 (Бюл. «Открытия, изобретения...», 1977, № 9).
2. Авт. свид. СССР № 634449 (Бюл. «Открытия, изобретения...», 1978, № 43).
3. Авт. свид. СССР № 1084955 (Бюл. «Открытия, изобретения...», 1984, № 13)



Музыка нулей и единиц

«Цифровая звукотехника», «цифровая запись» — эти слова все чаще стали появляться в статьях и книгах по электроакустике, и, возможно, совсем в недалеком будущем предметом дискуссий в журнале станут не коэффициент гармоник и полоса воспроизводимых частот, а, например, объем памяти и скорость выполнения команд в усилителях ЗЧ или радиоприемниках.

Мы уже привыкли и не задумываясь произносим «передача и запись звука», хотя эта фраза не совсем правильна, а точнее, совсем неправильна. Звук — это изменения во времени давления воздуха, и его запись в буквальном смысле велась разве что в фонографе Эдисона, а настоящей передачей звука занимался лишь капитан старого корабля, выкрикивающий команды в машинное отделение через переговорную трубу. Во всех остальных случаях записывается или передается не сам звук, а информация о том, какими были колебания воздуха в тот момент. Для записи и передачи этой информации используются два принципиально различных способа.

В первом случае изменениям давления соответствуют точно пропорциональные изменения другой физической величины, например, электрического напряжения (рис. 1,а), т. е. информация о звуке содержится уже в изменении напряжения, которое стало ее новым «носителем». Такой способ называют аналоговым, и еще совсем недавно в звукозаписи и радиовещании он был единственным.

Изменению напряжения можно поставить в соответствие изменение магнитного поля ленты в магнитофоне или светового потока звуковой дорожки кинопленки при оптической записи. Но каким бы ни был новый «носитель», его изменение всегда будет пропорционально изменению давления воздуха в исходной звуковой волне, т. е. останется ее аналогом.

При втором способе информацию о давлении в цифровой форме получают, измеряя его значение в звуковой волне (см. рис. 1,б). Возникающая при этом последовательность чисел есть не что иное, как новое выражение исходных звуковых колебаний. Естественно, чтобы правильно передать форму сигнала, эти измерения нужно проводить достаточно часто — не менее нескольких раз за период самой высокочастотной составляющей. Если весь спектр частот передаваемого сигнала ограничен сверху частотой $F_В$, то, по теореме Котельникова—Шеннона, имеющей важнейшее значение в технике цифровой передачи сигналов, частота измерений (или, как ее еще называют, частота дискретизации — $F_д$) должна быть не меньше $2F_В$, т. е. для передачи звуковой программы с полосой частот до 20 кГц потребуется не менее 40 тысяч измерений в секунду (квантований).

Как и традиционная (см. рис. 2,а), цифровая система записи или передачи звука в самом общем виде состоит из цифрового микрофона — быстрого измерителя звукового давления, цифрового магнитофона или передатчика — для записи или передачи большого массива чисел, и цифрового громкоговорителя — преобразователя последовательности чисел в изменение звукового давления. В реальных цифровых системах записи (передачи) звука пока используют аналоговые электроакустические преобразователи — микрофоны и громкоговорители, а цифровой обработке подвергают электрические сигналы звуковой частоты.

Структурная схема простейшей цифровой электроакустической системы изображена на рис. 2,б. Выходное напряжение микрофонного усилителя измеряется специальным цифровым «вольтметром». Этот прибор, способный делать десятки тысяч измерений в секунду, преобразует напряжение ЗЧ (аналог звука) в последовательность чисел, поэтому он получил специальное название: аналого-цифровой преобразователь (АЦП). Если частота колебаний очень низка, поток чисел получается небольшим, и их можно передать по телеграфу или сохранить для буду-

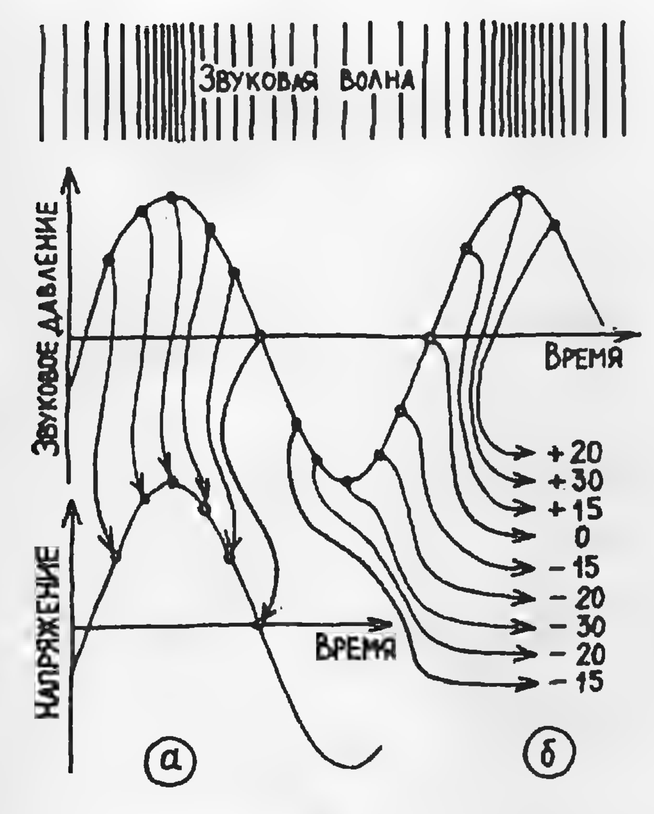


Рис. 1



Рис. 2

щего воспроизведения, записав, к примеру, на бумагу. Имея такую запись, можно вновь воссоздать копию напряжения, ранее измеренного АЦП, с помощью «вольтметра наоборот» — цифро-аналогового преобразователя (ЦАП) Он преобразует поток чисел в напряжение, пропорциональное их значению. Подав это напряжение на обыкновенный усилитель мощности, а с него на громкоговоритель, получим цифровую звуковоспроизводящую систему.

К сожалению, никакой телеграф не справится с передачей десятков тысяч чисел в секунду, каждое из которых состоит из нескольких цифр, а для записи даже небольшого концерта на бумаге потребовалось бы несколько десятков увесистых томов. Поэтому в цифровых системах обработки сигналов используют другие способы хранения и передачи числовых массивов.

Рассмотренный пример позволяет сделать вывод о принципиально разном характере воздействия шума и помех аналогового и цифрового трактов передачи (записи) на качество воспроизводимого сигнала. В аналоговом тракте помехи суммируются с полезным сигналом, и поэтому даже небольшой уровень шума существенно ухудшает качество передаваемой программы.

В цифровой системе шум до некоторого, достаточно высокого (порогового) значения (точнее до тех пор, пока еще удается правильно распознать передаваемое число) вообще не влияет на качество передачи. Причину этого понять несложно. Представим, что на лист бумаги с записью числа упала клякса (помеха). Если чернила не очень «плотны», сквозь них еще можно вполне надежно различить число, а следовательно, правильно восстановить исходный сигнал. Как видим, в этом случае помеха не окажет на него никакого влияния. И только в случае, если сквозь кляксу различить записанное число не удастся, в восстановленном сигнале появятся искажения.

Замечательная особенность цифровых систем обработки сигналов — возможность обнаружить, а иногда (если при передаче чисел были использованы специальные коды, исправляющие ошибки) и исправить неверно принятую информацию. Для этого, кроме собственно чисел, необходимо передавать дополнительную информацию, например, о сумме всех цифр, составляющих передаваемое число, о суммах некоторых частичных комбинаций входящих в него цифр, т. е. использовать приемы составителей математических головоломок, предлагающих восстановить число по некоторым сведениям о нем. Любители таких головоломок хорошо знают, что их бывает вполне достаточно, чтобы получить верный ответ.

При использовании кодов, исправляющих ошибки, задача восстановления принятой информации возлагается на специализированный процессор. Так же, как и на передающей стороне, он вычисляет признаки принятого числа и сравнивает их с той дополнительной информацией, которая была принята. Если принятые и вычисленные признаки совпадают, число принято правильно. Если же произошла ошибка и признаки не совпадают, то процессор должен «попытаться» с их помощью восстановить исходное число.

Количество дополнительно передаваемой информации выбирают таким, чтобы при минимальном увеличении информационного потока можно было однозначно исправлять наиболее вероятные ошибки и обнаруживать менее вероятные. Повышенная устойчивость к помехам в цифровом тракте позволяет существенно увеличить плотность записи или уменьшить мощность радиопередатчика. Кстати, заметим, что в цифровых системах шум не накапливается при копировании и ретрансляции сигналов.

Еще одной принципиальной особенностью цифровых систем являются ошибки, неизбежно возникающие при обработке сигнала. Дело в том, что точность измерения определяется разрешающей способностью АЦП. Например, если измерять линейно нарастающее напряжение АЦП с разрешающей способностью 1 В, то последовательность его отсчетов будет такой, как показано на рис. 3, а, а сигнал, восстановленный по этим числам с помощью ЦАП, — таким, как на рис. 3,б. Легко заметить, что он отличается от исходного. Эта разница (в виде напряжения ошибки $U_{ош}$) показана отдельно на рис. 3,в.

При передаче реальных звуковых программ зависимость ошибки от времени — гораздо сложнее, а ее спектр подобен спектру белого шума и занимает частотный диапазон от нуля до $F_д$. Появление ошибок эквивалентно тому, что после восстановления сигнала на приемной стороне к нему добавляется некоторый шум. Это — шум кванто-

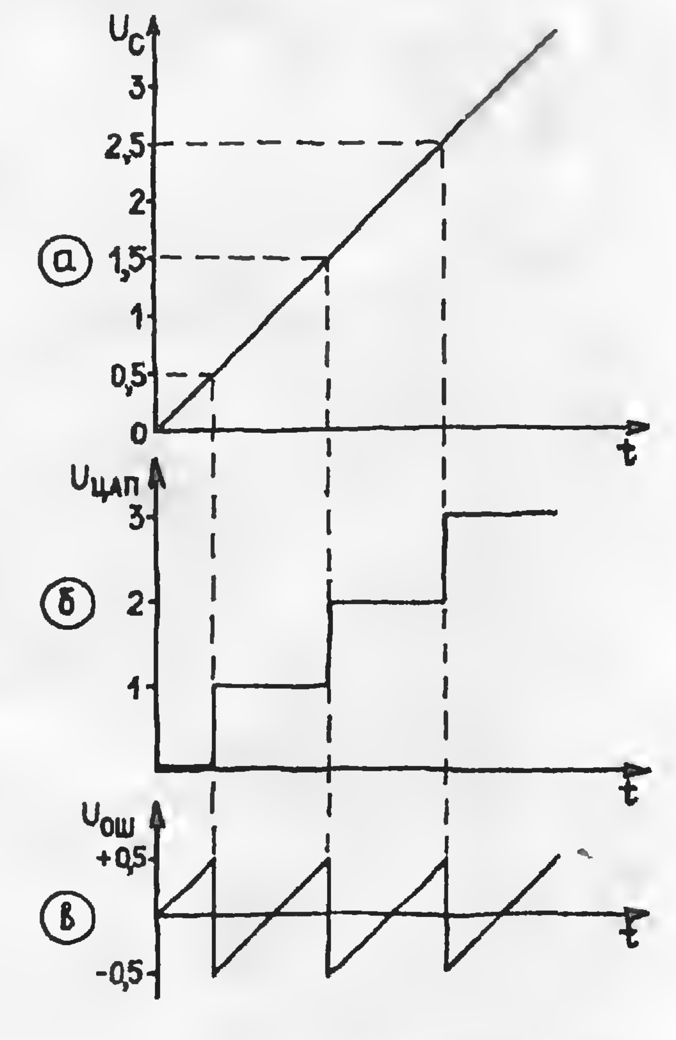


Рис. 3

вания, всегда присутствующий в цифровых системах. Ошибки можно рассматривать и как появление специфических искажений сигнала, особенно заметных при малых его уровнях. Понятно, что чем выше разрешающая способность АЦП, тем меньше ошибка, а следовательно, и интенсивность шума квантования.

Если в исходной звуковой программе уже содержится некоторая доля шума, то для высококачественной передачи разрешающую способность АЦП и ЦАП бессмысленно делать выше, чем его уровень. Это позволяет установить разумные требования к техническим характеристикам ЦАП, АЦП и тракта передачи цифрового сигнала.

Такая передача обеспечивает меньшую скорость, но позволяет существенно сократить число соединительных проводов.

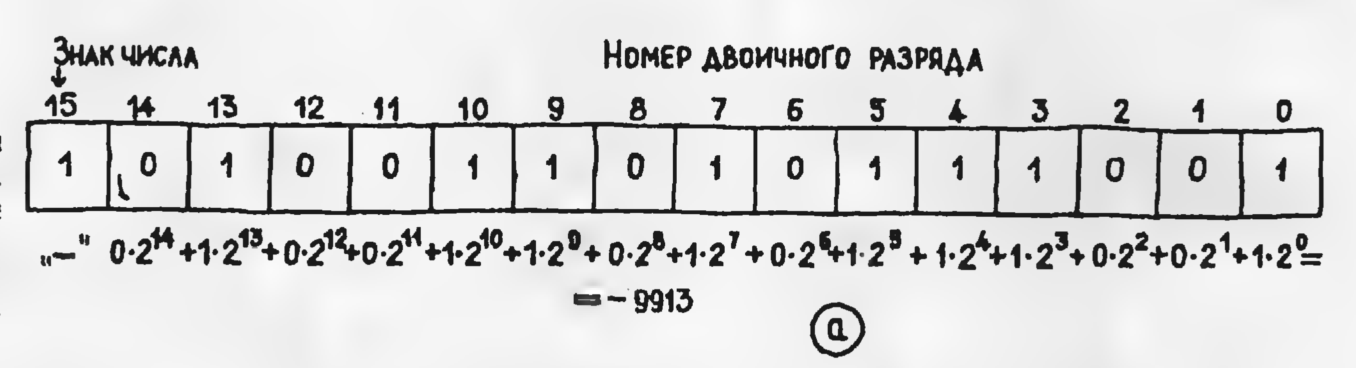
В зависимости от своего положения в двоичном числе каждый бит имеет свое значение — «вес» (рис. 4,а). Если принять крайний правый (по рисунку) бит за 1, то второй (слева) будет иметь «вес» 2, третий — 4 и так далее, т. е. вес каждого последующего разряда будет вдвое больше веса предыдущего и равен 2^{n-1} (n — номер разряда). Для передачи знака числа в информационном слове отводят еще один, «знаковый» разряд. Обычно он принимает значение 0, если двоичное число положительно, и 1, если оно отрицательно.

каждого разряда (0 или 1) на его вес, как показано на рис. 4,а. Именно такая операция происходит в ЦАП, превращающем поток чисел в звуковую программу. Упрощенная схема одного из них показана на рис. 4,б. Каждый бит двоичного числа, если его значение равно 1, подключает к входу операционного усилителя-сумматора тока DA1 один из резисторов R/2 — 16384R, соединенных с источниками образцовых напряжений $+U_{обр.}$, $-U_{обр.}$. Их сопротивления обратно пропорциональны весам соответствующих разрядов, а так как на инвертирующем входе операционного усилителя поддерживается нулевой потенциал, то токи через резисторы будут пропорциональны весам соответствующих разрядов. В результате на выходе

ДВОИЧНЫЕ ЧИСЛА И ЦАП

На рис. 3 отсчеты АЦП представлены в привычной нам десятичной системе. К сожалению, в таком виде они менее всего подходят для записи или передачи. Суть процесса цифровой записи и передачи звуковой программы не изменится, если воспользоваться их двоичным представлением. Каждое число в этом случае состоит из N логических сигналов, способных принимать только два значения: 0 и 1. Эти сигналы обозначают отдельные двоичные разряды числа — биты, а вся их совокупность называется N-разрядным двоичным числом или информационным словом длиной N бит. Теперь, когда мы будем говорить о числах на входах и выходах устройств, мы всегда будем подразумевать, что имеется N логических сигналов, передаваемых, например, по N проводникам. Этот способ называется передачей чисел в параллельном коде, так как все двоичные разряды поступают в приемник одновременно. Скорость передачи информации в этом случае максимальна.

Однако иметь N проводников для передачи чисел не всегда удобно, особенно при использовании радиоканалов, проводных линий связи и вводе цифровых сигналов в микросхемы, количество выводов которых всегда ограничено. Поэтому используют другой способ, названный передачей в последовательном коде. Здесь передача отдельных разрядов происходит поочередно, последовательно во времени, а на приемной стороне после передачи бит формируется полное двоичное число. Для преобразования параллельного кода в последовательный и обратно чаще всего используются сдвиговые регистры.



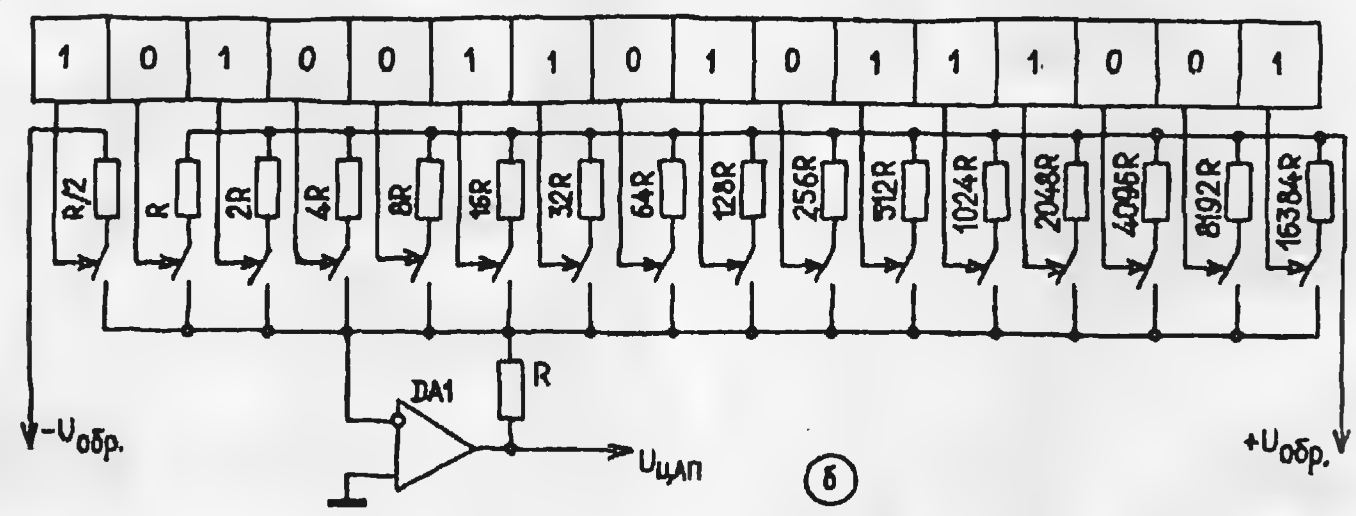


Рис. 4

Информационным словом из N бит можно передавать целые числа в интервале от $-(2^{N-1}-1)$ до $+2^{N-1}$ (всего — 2^N значений). Так, шестнадцатиразрядное двоичное число, изображенное на рис. 4,а, при различных комбинациях нулей и единиц в отдельных разрядах может отображать десятичные числа от —32767 до +32768.

Чтобы получить значение двоичного числа в десятичной системе, нужно просуммировать произведения значений

сумматора получается напряжение, соответствующее числу, поступающему на вход ЦАП.

Как видим, преобразовать двоичное число в аналоговое напряжение не так уж сложно. Теперь нужно научиться преобразовывать напряжение звуковой частоты в соответствующие ему числа.

Широко распространенные методы измерений, основанные на преобразовании напряжения в частоту с последующим счетом числа импульсов и при-

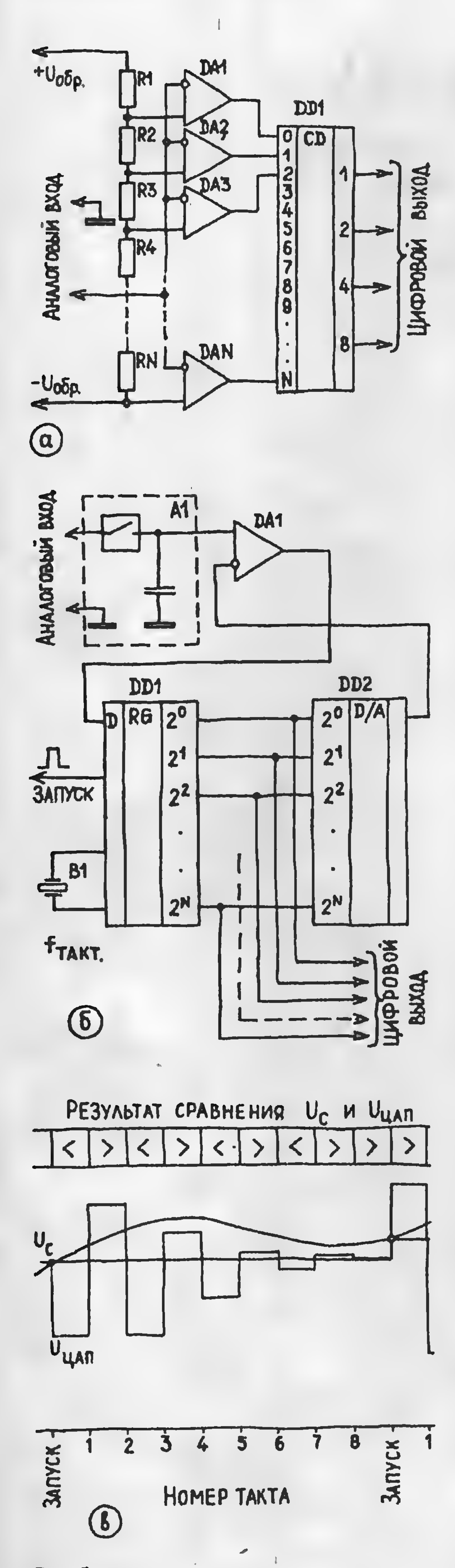


Рис. 5

меняемые в большинстве цифровых измерительных приборов, для наших целей не подходят из-за очень большого времени, необходимого для измерения.

Казалось бы, «быстрый» АЦП можно построить по схеме, приведенной на рис 5,а. Здесь источник образцового напряжения $\pm U_{обр.}$ совместно с резисторами R1—RN задает пороги срабатывания компараторов DA1—DAN. Каждый компаратор сравнивает входной аналоговый сигнал со своим пороговым напряжением. В результате срабатывают только те компараторы, пороговое напряжение которых меньше мгновенного значения сигнала на входе устройства. Именно так работает большинство электронных измерителей уровня, описанных в журнале. Чтобы получить отсчет в двоичном представлении, необходимо преобразовать номер самого верхнего (по схеме) включенного компаратора в двоичное число с помощью так называемого приоритетного двоичного шифратора DD1.

Описанный АЦП называют параллельным. Из всех АЦП он самый быстродействующий. Однако на его основе трудно построить АЦП с числом разрядов $N>8$, так как для этого потребуется много (более 256) компараторов и очень сложный шифратор.

Для АЦП среднего быстродействия, с временем преобразования 5...20 мкс и числом двоичных разрядов более 10, чаще всего применяют другой метод, названный поразрядным уравновешиванием. Алгоритм работы такого АЦП аналогичен действиям, которые необходимы для взвешивания неизвестного груза с помощью рычажных весов и набора гирь, поэтому этот метод измерения называют иногда и взвешивающим. Структурная схема такого преобразователя приведена на рис. 5,б. Он состоит из устройства выборки-хранения A1, компаратора DA1, регистра последовательного приближения (РПП) DD1 и ЦАП DD2.

Устройство выборки-хранения позволяет запомнить на время цикла измерения (в виде напряжения на конденсаторе) мгновенное значение входного сигнала $U_с$. Алгоритм работы АЦП заложен в РПП и состоит в следующем: после поступления импульса запуска РПП выключает все разряды ЦАП, кроме самого старшего. ЦАП, в свою очередь, выдает на выходе соответствующее напряжение $U_{ЦАП}$, пропорциональное весу этого разряда, а компаратор сравнивает его со значением сигнала $U_с$ и результат передает в РПП. Если $U_с>U_{ЦАП}$, то РПП оставляет проверяемый разряд включенным и дополнительно включает следующий, менее «весомый». Если вес проверяемого разряда явно больше входного напряжения, РПП снимает его и проверяет следующий, более младший разряд и т. д. Временная диаграмма процесса измерения изображена на рис. 5,в. В конце цикла работы РПП, когда будут проверены все двоичные разряды, на выходе АЦП формируется двоичное число, наиболее точно соответствующее измеряемому напряжению.

ГЛАВНОЕ — КАЧЕСТВО ЗВУЧАНИЯ

Качество звуковой программы обычно оценивают тремя основными параметрами: уровнем шума, диапазоном воспроизводимых частот и величиной нелинейных искажений сигнала. В аналоговых системах записи (передачи) звука они во многом зависят от свойств носителя информации. Например, в магнитной звукозаписи уровень шума зависит от размера ферромагнитных частиц и однородности рабочего слоя ленты, диапазон рабочих частот определяется соотношением скорости движения ленты и ширины рабочего зазора магнитных головок, а величина нелинейных искажений зависит главным образом от формы кривой намагничивания частиц рабочего слоя. Попытки улучшить один параметр обычно приводят к ухудшению других. Так, при увеличении коэрцитивной силы рабочего слоя ленты снижается относительный уровень шума, но увеличивается коэффициент гармоник.

В цифровой системе все эти параметры определяются только примененными ЦАП и АЦП. Ранее мы установили, что чем выше разрешающая способность АЦП, тем ниже уровень шума квантования — единственного источника шума в цифровой системе. Если АЦП работает в двоичном коде, то зависимость между числом двоичных разрядов N и относительным уровнем шума квантования P приобретает очень простой вид: $P=6N+1{,}8$ дБ. Например, для 16-разрядных АЦП и ЦАП уровень шума квантования составляет около —98 дБ. Такая разрядность является общепринятой для профессиональной аппаратуры цифровой звукозаписи и используется в разработанной голландской фирмой Phillips бытовой цифровой системе — лазерном проигрывателе «компактных дисков» (КД). В настоящее время для воспроизведения КД используется 14-разрядный ЦАП, а еще два разряда оставлены, так сказать, «про запас» — на будущее развитие электроакустической аппаратуры. Впро-

чем, иногда допустим и более высокий уровень собственного шума цифровой системы. Например, при передаче звукового сопровождения телепрограмм вполне достаточно 12...13 разрядов (Р=—72...—78 дБ).

Диапазон воспроизводимых частот в цифровой системе, как мы уже знаем, определяется частотой дискретизации $F_д$. На практике она обычно несколько превышает минимальное значение, которое необходимо по теореме Котельникова—Шеннона, и выбирается из соображений наилучшей совместимости с существующими средствами связи и записи цифровых сигналов. Например, в звуковом сопровождении телевизионных передач она обычно равна удвоенной частоте строк (31,25 кГц), что обеспечивает диапазон воспроизводимых частот до 15 кГц, а в цифровой звукозаписи — 44,1 или 48 кГц.

Нелинейные искажения, возникающие при цифровой обработке сигналов, зависят только от качества АЦП и ЦАП. Современная технология позволяет создавать эти приборы для цифровой передачи звука с коэффициентом гармоник ($К_г$) менее 0,05 %. Можно ожидать, что в ближайшем будущем появятся 16-разрядные АЦП и ЦАП с динамической нелинейностью на уровне веса младшего разряда, а это значит, что их $К_г$ будет близок к предельно возможному — около 0,002 %.

Существенное значение, особенно для цифрового радиовещания, имеет ширина полосы частот, занимаемая одной программой в эфире. Независимо от метода передачи двоичных чисел, она должна быть не уже, чем произведение числа разрядов информационного слова на $F_д$. Для измерения скорости передачи информации существует специальная единица — бод. Один бод — это такая скорость передачи, при которой за одну секунду передается один бит информации. Скорости передачи в реальных системах измеряются сотнями тысяч и миллионами бод, поэтому за повышение качества радиовещания, которое способна дать цифровая техника, приходится платить более широкой полосой частот, занимаемой такой программой в эфире. Например, для передачи сигналов двух стереоканалов с $F_д$=44,1 кГц и 16-разрядным информационным словом требуется полоса частот не уже 1,4 МГц.

(Продолжение следует)

Д. ЛУКЬЯНОВ

г. Москва



Шумовые свойства ИМС К548УН1

Как известно [1], сдвоенные малошумящие усилители К548УН1А, К548УН1Б специально предназначены для применения в высококачественной звуковоспроизводящей аппаратуре. Едва ли не наибольший интерес представляет их использование в усилителях воспроизведения (УВ) магнитофонов.

Для правильного выбора принципиальной схемы УВ желательно знать шумовые параметры микросхемы — эквивалентные шумовые ЭДС $e_ш$ и ток $i_ш$ (см. рис. 1), действие которых эквивалентно действию некоторой шумовой ЭДС $e_{шэ}$:

$$e_{шэ}=\sqrt{\bar{e}^2_ш+\bar{i}^2_ш|z_г|^2}.$$

К сожалению, в паспортных данных на микросхему К548УН1 эти параметры не приведены. Указано только, что приведенное ко входу напряжение шумов в диапазоне частот 20...20 000 Гц при сопротивлении генератора $R_г$=500 Ом не превышает 0,7 мкВ для К548УН1А (типовое значение 0,6 мкВ) и 1,2 мкВ для К548УН1Б (типовое значение 0,8 мкВ). При не очень жестких требованиях по шумам рекомендуется симметричное включение входного каскада (рис. 2,а), а для получения минимального уровня шума — несимметричное (рис. 2,б).

Однако, чтобы разработать малошумящий УВ, этих данных недостаточно. Дело в том, что источником сигнала в таких устройствах является магнитная головка, сопротивление которой имеет комплексный характер и в рабочем диапазоне частот изменяется в широких пределах. АЧХ УВ корректируется таким образом, чтобы скомпенсировать потери в магнитной ленте и воспроизводящей головке. В результате спектр шума микросхемы в реальном устройстве существенно отличается от измеренного при заводских испытаниях, и напряжение шумов УВ, пересчитанное к ее входу, может значительно отличаться от паспортного значения.

Необходимые данные были получены экспериментально путем испытания 18 экземпляров ИМС К548УН1А (36 усилителей) при симметричном и несимметричном включениях в трех режимах (см. таблицу). Для того, чтобы результаты измерений максимально учитывали субъективный характер восприятия шумов УВ, оценивалось их взвешенное напряжение. Шум измерялся милливольтметром В3-38 с взвешивающим фильтром, АЧХ которого соответствует стандарту СЭВ 1359—78 (кривая А). Во всех экспериментах коэффициент передачи испытуемого усилителя на частоте 1 кГц устанавливался равным 500 и, кроме того,

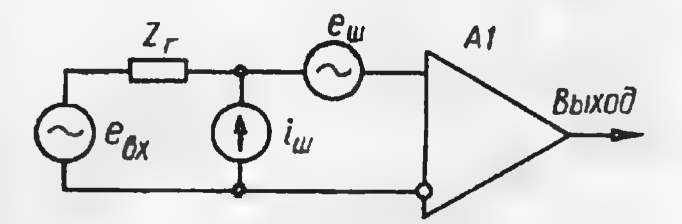


Рис. 1

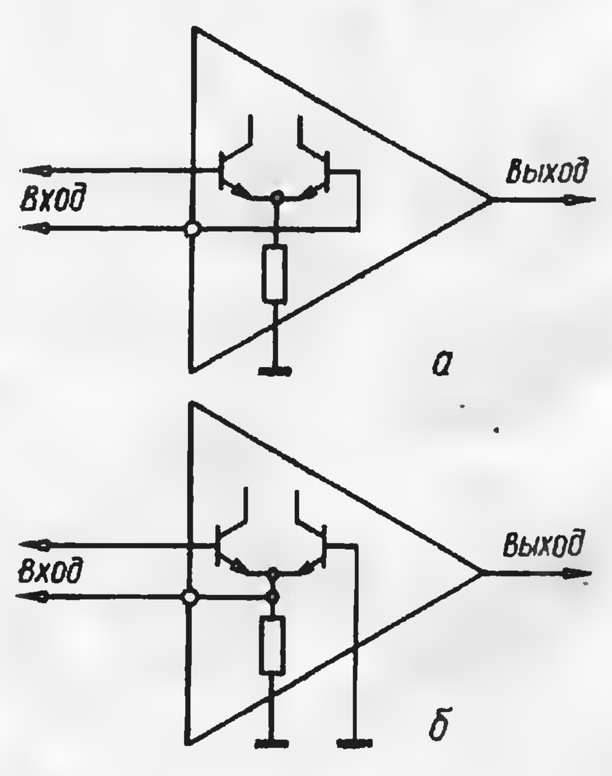


Рис. 2

Таблица

Режим испытаний	Усредненное напряжение шумов, мкВ, при включении входного каскада		Выигрыш по шумам при несимметричном включении, дБ
	несимметричном	симметричном	
$R_г$=600 Ом, линейная (горизонтальная) АЧХ	0,45	0,724	4
На входе — параллельный колебательный контур из головки 6Д24Н.1.О и конденсатора емкостью 1500 пФ; линейная (горизонтальная) АЧХ	1,78	2,13	1,5
То же; АЧХ — усилителя воспроизведения (τ_1=120, τ_2=3180 мкс)	0,575	0,66	1,2

подстраивался режим работы по постоянному току. Ко входу ИМС напряжение шумов приводилось путем деления выходного напряжения шумов на коэффициент передачи усилителя на частоте 1 кГц.

Из таблицы видно, что во всех режимах напряжение шумов при несимметричном включении ИМС меньше, но если в стандартном режиме ($R_г$==600 Ом) разница составляет примерно 4 дБ, то включение на входе УВ резонансного контура (из головки и конденсатора) уменьшает ее до 1,5 дБ, а коррекция АЧХ с постоянной времени τ_1=120 мкс — до 1,2 дБ. Иными словами, в реальных УВ при переходе от симметричного включения ИМС К548УН1А к несимметричному выигрыш по шумам составляет в среднем 1,2 дБ. Следует, однако, отметить, что среди испытанных микросхем встретилось около 10 % экземпляров с аномальным поведением: уровень шума при симметричном включении у них оказался меньше, чем при несимметричном. Удовлетворительного объяснения этому явлению нет, однако при отборе микросхем для УВ его необходимо учитывать.

Полученные результаты показывают, что уровень шума ИМС К548УН1А существенно зависит от внутреннего сопротивления источника сигнала. Иными словами, вклад эквивалентного генератора шумового тока в общий уровень шумов больше, чем эквивалентного генератора шумовой ЭДС (во всяком случае в интересующем нас диапазоне частот). Так, переход от $R_г$=600 Ом к резонансному контуру с $R_{oe}\approx$75 кОм ведет к увеличению шума на 12 дБ при несимметричном включении и более чем на 9 дБ при симметричном. Коррекция АЧХ с постоянной времени τ_1=120 мкс снижает шум примерно на 10 дБ, и в результате его уровень при несимметричном включении оказывается больше, чем у усилителя с линейной АЧХ и $R_г$=600 Ом всего на 2 дБ, а при симметричном — даже меньше на 0,8 дБ.

Значительные колебания взвешенного напряжения шумов объясняются изменениями их спектра при переходе от одной схемы включения к другой. При $R_г$=600 Ом и линейной АЧХ на результаты измерений большое влияние оказывает шум, сосредоточенный в области средних и высоких звуковых частот. Кроме того, шумовой ток, протекая через небольшое сопротивление генератора, создает на нем падение напряжения, меньшее чем шумовая ЭДС, и уровень шумов определяется параметрами ее эквивалентного источника. Если же на входе интегрального усилителя включен резонансный контур, то сопротивление источника сигнала изменяется от нескольких сотен ом на низких частотах (сопротивление обмотки головки постоянному току) до нескольких десятков килоом на частоте резонанса. Очевидно, в этом случае уровень шума усилителя в основном определяется падением напряжения, создаваемым шумовым током на комплексном сопротивлении колебательного контура. И, наконец, можно предположить, что при введении частотной коррекции спектр шумов на низких звуковых частотах зависит от эквивалентной шумовой ЭДС, а на высоких — от сопротивления контура на входе УВ и от величины протекающего через него шумового тока. Эти особенности формирования спектра шумов необходимо учитывать при проектировании УВ.

Стереофоническая магнитная головка 3Д24Н.21.О «Маяк» обеспечивает ЭДС воспроизведения не менее 0,23 мВ на частоте 400 Гц [2], что соответствует ЭДС примерно 0,575 мВ на частоте 1 кГц. При несимметричном включении ИМС К548УН1А это позволяет получить отношение сигнал/шум (взвешенное значение) в среднем около 60 дБ, а при симметричном — 58,8 дБ, чего в большинстве случаев вполне достаточно.

Ю. СОЛНЦЕВ

г. Москва

ЛИТЕРАТУРА

1. **Богдан А.** Интегральный сдвоенный предварительный усилитель К548УН1.— Радио, 1980, № 9, с. 59, 60.

2. **Ключников Н.** Магнитные головки для кассетных магнитофонов.— Радио, 1978, № 11, с. 58.

КОМПРЕССОР ДЛЯ ЦМУ И СДУ

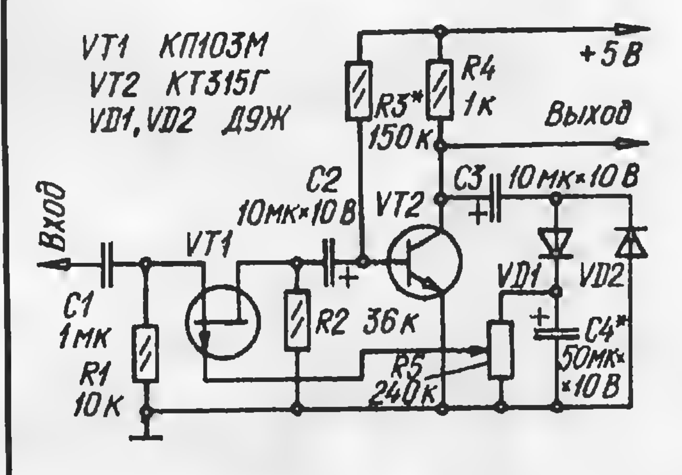
Это простое устройство может быть использовано в цветомузыкальных и светодинамических установках, а также там, где требуется сузить пределы изменения звукового сигнала. Пределы компрессии входного сигнала — от 15 до 500 мВ. Верхняя граница определяется появлением нелинейных искажений.

Амплитуду выходного напряжения $U_{вых}$ устанавливают переменным резистором R5 в пределах

$$U_{отс} \leq U_{вых} \leq \frac{U_{пит}}{2},$$

где $U_{отс}$ — напряжение отсечки полевого транзистора VT1; $U_{пит}$ — напряжение питания.

Полевой транзистор и резистор R2 образуют управляемый делитель напряжения, подаваемого на базу транзистора VT2. С детектора VD1VD2C4 управляющий сигнал через переменный резистор R5 поступает на затвор транзистора VT1.



При увеличении входного сигнала положительное управляющее напряжение увеличивается, что приводит к увеличению сопротивления канала транзистора VT1, и сигнал, приложенный к входу транзистора VT2, уменьшается. Таким образом, выходное напряжение компрессора изменяется в меньших пределах, чем входное.

Значение управляющего напряжения зависит от положения движка переменного резистора R5. При крайнем верхнем положении движка выходное напряжение компрессора минимально, при крайнем нижнем устройство работает как обычный усилитель.

В случае необходимости в гальванической развязке компрессора от источника сигнала вместо цепи C1R1 подключают вторичную обмотку разделительного трансформатора от транзисторного приемника, на первичную обмотку которого подают входной сигнал.

Налаживание устройства состоит в подборке резистора R3 таким, чтобы напряжение на коллекторе транзистора VT2 было равно половине напряжения питания. Затем переменным резистором R5 устанавливают требуемый уровень выходного сигнала. Постоянную времени компрессора можно изменить подборкой конденсатора C4.

В. ПЛОТНИКОВ

г. Москва



О ЧЕМ ПИСАЛОСЬ В ЖУРНАЛЕ «РАДИОЛЮБИТЕЛЬ» № 8 (МАЙ) 1926 г.

★ «По данным НКПиТ к январю 1925 г. числилось зарегистрированных радиоустановок 4697, в феврале того же года 7895 и далее прирост неизменно увеличивался, так что к октябрю 1925 г. было зарегистрировано уже 24945». (Имеются ввиду приемники).

★ «За последнее время радио в Тифлисе сделало огромный скачок. Это объясняется исключительно тем, что в городе стала работать самодельная (и, между прочим, очень удачная) радиотелефонная станция мощностью 300 ватт в антенне на волне 2200 м. С первых же дней посыпались заказы на громкоговорящие установки, открылись радиомагазины. Мачты усеяли крыши, и значительная часть домов имеет радиоустановки».

★ Постановлением ЦИК № 81 от 9 апреля 1926 г. установлен целевой сбор с радиоизделий, применяемых для приема радиовещательных станций, который целиком будет поступать на развитие радиовещания.

★ «Мы просим всех радиолюбителей, имеющих коротковолновые приемники, сообщать сведения о себе, о своих приемниках, и когда на эти приемники слышали, а также время регулярного приема. Эти сведения мы будем публиковать в журнале, а слушателей на коротких волнах будем совместно с ОДР регистрировать и давать им позывные». В журнале помещена статья с подробным рассказом о методике наблюдений за приемом радиопередач.

★ «Недавно выпущенный приемник «Радиостандарт» треста заводов слабого тока представляет собой четырехламповый регенеративный приемник с простой схемой. Катушка обратной связи воздействует на цепь сетки первой лампы (усилитель высокой частоты). «Радиостандарт» предназначен для приема радиовещательных станций, работающих в диапазоне волн от 300 до 2000 м. Приемник превосходит чувствительностью и избирательностью «Радиолину № 2». Монтировка в ящике с крышкой позволяет использовать его в радиопередвижках для обслуживания деревень. Улучшение качества приема достигнуто введением настраивающегося дросселя в цепи анода лампы высокой частоты.

Во избежание емкостного влияния при настройке, особенно в случае приема станций, работающих на коротких волнах (ниже 600 м), приемнику придаются съемные удлинительные рукоятки для ручек переменного конденсатора и катушки связи». Схема приемника и его наружный вид показаны на рис. 1 и 2.

★ «Описываемый двухламповый приемник для самостоятельного изготовления является самым дешевым типом регенеративного приемника с одной ступенью усиления низкой частоты (первая лампа — детектор-регенератор). В приемнике отсутствуют самые дорогие части такого устройства: конденсатор переменной емкости и междуламповый трансформатор. Настройка производится вариометром, а вторая лампа присоединена через конденсатор и сопротивление. Приемник является почти универсальным: он пригоден для сравнительно дальнего приема, а при относительно небольших расстояниях от передающей станции дает громкий прием на комнатную антенну. Диапазон волн от 240 до 1600 м». Схема приемника приведена на рис. 3.

★ «Сравнительно давно известен так называемый пьезоэлектрический эффект, наблюдаемый в некоторых кристаллах, в частности, кварца. Оказывается, что кварцевая пластинка обладает собственной частотой колебаний. Интереснее всего, что резонанс получается невероятно острым. Включая по некоторой схеме в цепь лампы кварцевую пластинку, получаем генерацию точно определенной частоты. Этим свойством кристалла стали пользоваться для точного контролирования длины волны передатчиков, для волномеров, их градуировки, при этом можно использовать и гармоники частоты колебаний пластинки».

★ «Очень простой способ определения полюсов батареи, не требующий никаких приспособлений, предлагает т. Панов (Тула). Надо разрезать сырую картофелину и в месте разреза на небольшом расстоянии друг от друга воткнуть два провода, идущие от батареи. Через некоторое время вокруг одного из проводов появится темная окраска. Зажим батареи, к которому присоединен этот провод, будет (+). Второй провод, около которого при сильном токе могут появляться белые пузырьки, укажет на (—) батареи».

★ «Капризы коротких волн — при опытах, производившихся в Германии с короткими волнами (порядка 4—15 м), оказалось, что их распространение и, следовательно, прием сильно зависит от солнечного освещения, времени дня и среды, через которую им приходится проходить — дома, стекла и т. д.»

★ «Представляет интерес опыт английского инженера, который совершил путешествие на автомобиле из Лондона в Испанию, имея с собой оадиоприемник [семиламповый супергетеродин]. Аппарат находился на деревянной платформе, прикрепленной к борту автомобиля на уровне рулевого колеса, что позволяло удобно производить во время езды настройку приемника. На другой платформе находилась рамочная антенна. Автомобиль был снабжен пятью головными телефонами, чтобы каждый пассажир мог слушать радиопередачу. Аппарат работал от восьмивольтовой сухой батареи».

Рис. 1

Рис. 2



Рис. 3

Публикацию подготовил **А. КИЯШКО**



В ПОМОЩЬ РАДИОКРУЖКУ

Игровой автомат

Существует немало игр, результат в которых трудно предугадать, потому что он случаен. К примеру, бросая обыкновенный шестигранный кубик с цифрами на гранях, невозможно предсказать, какая грань окажется вверху. Так и в электронных играх с вспыхивающим цифровым табло — после нажатия или отпускания пусковой кнопки может вспыхнуть либо та, либо другая цифра. Загадывая предварительно «свою» цифру, можно состязаться с друзьями в способности предсказывать результат автомата.

Подобный игровой автомат может быть собран по схеме, приведенной на рис. 1. Он состоит из реле времени, генератора импульсов, счетчика импульсов, световых индикаторов состояния счетчика. Реле времени выполнено на составном транзисторе VT1VT2 и электромагнитном реле К1. Контактами К1.1 реле управляет работой генератора импульсов и световыми индикаторами. Сам генератор собран по схеме мультивибратора на элементах DD1.2 и DD1.3. Он вырабатывает импульсы с частотой следования около 100 кГц. Через элемент DD1.4 импульсы подаются на двоично-десятичный счетчик DD2. Выходы счетчика подключены к усилительным каскадам на транзисторах VT4—VT7, нагруженных на световые индикаторы HL1 HL4.

Но в исходном состоянии автомата мультивибратор не работает, поскольку на входы элемента DD1.1 подается через резистор R5 и замкнутые контакты реле уровень логической 1, а значит, на выводе 2 элемента DD1.2 запрещающий сигнал — уровень логического 0.

Чтобы привести автомат в действие, нажимают кнопку SB1. Через резистор R2 разряжается конденсатор С1, и контакты реле размыкаются. Световые индикаторы гаснут, но зато начинает работать мультивибратор — ведь теперь на входах элемента DD1.1 уровень логического 0, а значит, на выводе 2 элемента DD1.2 уровень логической 1.

После отпускания кнопки конденсатор С1 начинает заряжаться через резистор R1. Идет отсчет времени. Как только конденсатор зарядится до определенного напряжения, вновь сработает реле. Контакты К1.1 замкнутся, мультивибратор выключится, световые индикаторы зафиксируют состояние выходов счетчика. Причем вероятность зажигания индикаторов неодинаковая и находится в отношении (в соответствии с порядковым номером индикатора) 0,5:0,4:0,4:0,2. Иначе говоря, лампа HL1 вспыхивает чаще других, а HL4 — реже. Это позволяет сделать игру более интересной, установив для каждой лампы свою «ставку» в очках. Так, для HL1 она равна 2, для HL2 — 4, для HL3 — 5, для HL4 — 8. В случае же угадывания играющим сочетания, например, двух вспыхнувших ламп, число полученных очков составляют из произведения «ставок». Возможны, конечно, многие другие варианты.

Питается автомат от источника напряжением 9 В. Это может быть батарея «Крона», аккумулятор 7Д-0,1, две последовательно соединенные батареи 3336Л или маломощный сетевой блок питания. Микросхемы и реле времени питаются через стабилизатор, выполненный на транзисторе VT3 и стабилитроне VD2.

В автомате можно использовать резисторы МЛТ, электролитические конденсаторы К50-6, К50-9, конденсатор С2 — КЛС, КЛГ. Реле желательно применить герконовое, РЭС-64А или РЭС—64Б, срабатывающее при напряжении 3...4,5 В и имеющее обмотку сопротивлением 450...1000 Ом. Подойдет и другое реле, срабатывающее при указанном напряжении и небольшом токе. Лампы — НСМ 6,3-20, но по-

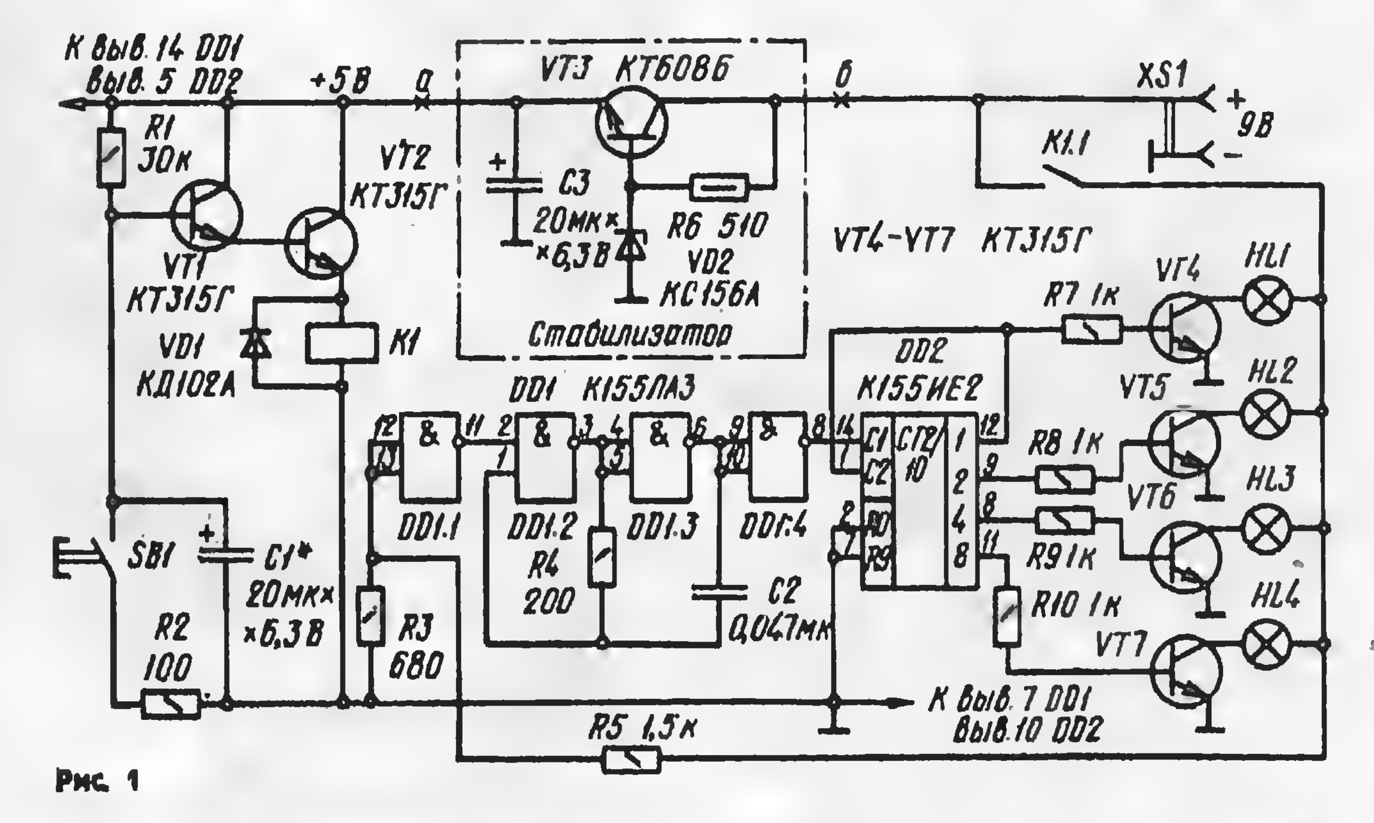


Рис. 1

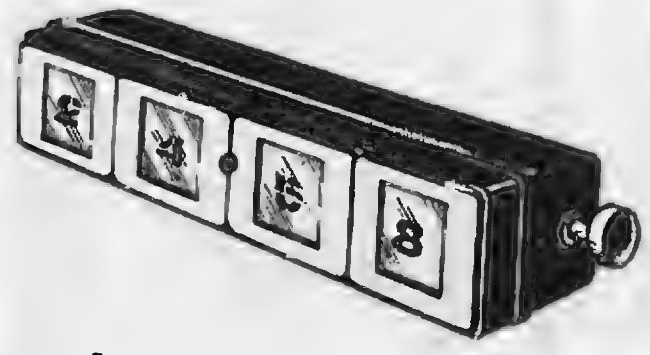


Рис. 2

дойдут и более мощные, обладающие повышенными яркостью и током потребления.

Большинство деталей автомата смонтировано на плате из фольгированного стеклотекстолита размерами 190×40 мм, которая установлена внутри коробки для диапозитивных рамок (рис. 2). На лицевой стороне этого корпуса имеются четыре отверстия размерами 36×24 мм, прикрытые отрезками прозрачной фотопленки с нанесенными на них цифрами «ставок». Изнутри корпуса напротив отверстий расположены отрезки матовой пленки, подсвечиваемые лампами (они припаяны отрезками монтажных проводников к плате). А чтобы лампы не могли подсвечивать соседние отверстия, они разделены непрозрачными перегородками.

На одной из боковых стенок корпуса укреплена кнопка пуска, а на другой — разъем для подключения источника питания.

Правильно собранный автомат начинает работать сразу. Иногда необходимо точнее установить удобную выдержку (5...10 с) реле времени. Делают это подбором конденсатора C1.

Автомат можно значительно упростить, исключив из него детали реле времени. В этом случае контакты кнопки включают параллельно резистору R3, а вместо контактов K1.1 устанавливают проволочную перемычку. Продолжительность работы мультивибратора теперь будет задаваться вручную. Правда, при такой доработке световые индикаторы во время работы мультивибратора не выключаются, но этот недостаток нетрудно устранить, применив сдвоенную кнопку и включив ее нормально замкнутые контакты вместо K1.1.

Есть и еще один вариант упрощения автомата. Его можно питать от источника постоянного тока напряжением 4,5...5 В, изъяв детали стабилизатора и установив между точками а и б проволочную перемычку. В этом варианте каждый световой индикатор удобнее составить из двух последовательно соединенных ламп МН 2,5-0,068 или подобных.

А. БЕЛОУСОВ

г. Сумгаит

Дуплексное переговорное устройство

Для двусторонней связи на небольшом расстоянии нередко применяют переговорное устройство симплексного типа, когда абоненты поочередно либо говорят, либо слушают, пользуясь переключателем «Прием—передача». Предлагаемая же конструкция обеспечивает дуплексную связь, при которой не надо пользоваться никакими переключателями. Разговор можно вести так же, как, скажем, при пользовании телефоном. Перед каждым абонентом на некотором расстоянии помещен микрофон и громкоговоритель. Дальность связи — до 100 м, но ее нетрудно увеличить, используя для линии более толстые провода.

Переговорное устройство состоит из двух одинаковых усилителей (рис. 1 на 4-й с. вкладки), расположенных в пунктах связи и питающихся каждый от своего источника. Выключателем SA1 питание включается только на время разговора. Усилитель четырехкаскадный, обладает сравнительно высокой чувствительностью — около 2 мВ и развивает выходную мощность до 0,5 Вт на сопротивлении нагрузки 20 Ом. При напряжении питания 12 В максимальный ток, потребляемый усилителем (в режиме наибольшей громкости), не превышает 80 мА. Одна из особенностей переговорного устройства — последовательное соединение динамических головок, расположенных в абонентских пунктах, что позволило повысить сопротивление нагрузки и упростить схему каждого усилителя.

Усилитель собран на печатной плате (рис. 2 вкладки) из одностороннего фольгированного стеклотекстолита. Она рассчитана на использование резисторов МЛТ-0,25, конденсаторов КМ-4 (C2) и К50-6 (остальные), транзисторов КТ315, ГТ402, ГТ404 с любым буквенным индексом, любого диода из серии Д9. Вместо КТ315 подойдут любые транзисторы серий КТ306, КТ312.

Чтобы плату удобнее было соединять с остальными деталями, устройства, на ней установлены контактные стойки 1—5. К ним можно либо припаивать соединительные проводники, либо использовать стойки как штырьки и надевать на них гнезда от малогабаритных разъемов.

Подстроечные резисторы (это регуляторы громкости) — СП-1 или другого типа. Микрофон — капсюль ДЭМШ, но лучше использовать динамический микрофон с характеристикой в виде кардиоиды, позволяющей значительно уменьшить акустическую связь между ним и динамической головкой. Источник питания составляют из последовательно соединенных элементов 373 или батарей 3336Л. Не исключена возможность работы усилителей от маломощных сетевых блоков питания — тогда выключатель SA1 включают в разрыв сетевого провода блока. Динамические головки — любые, мощностью до 0,5 Вт и со звуковой катушкой сопротивлением 8...10 Ом.

Плату каждого усилителя размещают в корпусе, например, абонентского громкоговорителя. На лицевой стенке корпуса крепят динамическую головку (можно использовать и головку громкоговорителя) и выключатель питания. Вблизи корпуса устанавливают микрофон. Подстроечный резистор укрепляют внутри корпуса, там же помещают и источник питания.

Линию связи между абонентскими пунктами выполняют проводом ТРВК или другим двухпроводным кабелем.

Усилитель, как правило, не требует налаживания и начинает работать сразу после подачи питания. Включив оба усилителя, подбирают в каждом пункте взаимное расположение микрофона и громкоговорителя, чтобы не возникало акустической обратной связи, а также устанавливают подстроечным резистором оптимальную громкость звука.

Г. ШУЛЬГИН

г. Москва



Рис. Г. Сидоренкова (г. Новосибирск)



—А это наша новая модель - „Ретро-стерео"

Рис. А. Журбы (г. Херсон)



Триггер Шмитта

В составе микросхем серии К155 немало таких, что содержат законченные устройства импульсной техники, например триггер Шмитта. В микросхеме К155ТЛ1 подобных триггеров два, а в К155ТЛ2 — шесть.

Вообще триггер — это так называемое спусковое устройство с двумя устойчивыми состояниями. Из одного состояния в другое устройство переходит только под действием входного сигнала. Назначение же триггера Шмитта иное — он преобразует подаваемое на вход переменное напряжение синусоидальной формы в импульсы такой же частоты. Причем «срабатывает» триггер Шмитта при определенной амплитуде входного сигнала. Если она меньше порогового значения, импульсного сигнала на выходе триггера не будет.

Зачастую радиолюбители не могут приобрести нужной микросхемы с триггером Шмитта и собирают упрощенный вариант его на двух логических элементах И-НЕ. Знакомству с работой такого варианта триггера и посвящен сегодняшний Практикум.

Начнем с опыта. Пользуясь схемой на рис. 18, а, смонтируйте на макетной панели микросхему К155ЛА3, включив в работу два ее элемента. Здесь же, на панели, разместите батареи GB1 и GB2, составленные из четырех гальванических элементов 332 и 316, и переменный резистор R1 сопротивлением 1,5 или 2,2 кОм (желательно с функциональной характеристикой А — линейной). Выводы батарей подключайте к резистору только на время опытов.

Включите питание микросхемы и по вольтметру постоянного тока установите движок переменного резистора в такое положение, при котором на левом, по схеме, выводе резистора R2, являющемся входом триггера Шмитта, будет нулевое напряжение. При этом элемент DD1.1 оказывается в единичном состоянии, а DD1.2 — в нулевом. Таково исходное состояние элементов этого триггера.

Теперь вольтметр постоянного тока подключите к выходу элемента DD1.2 и, внимательно наблюдая за его стрелкой, начинайте плавно перемещать движок переменного резистора в сторону верхнего по схеме вывода, а затем, не останавливаясь, в обратную сторону — до нижнего вывода, далее — до верхнего, и так далее.

Что при этом фиксирует вольтметр? Периодическое переключение элемента DD1.2 из нулевого состояния в единичное, иначе говоря, появление на выходе триггера импульсов положительной полярности.

Взгляните на графики (рис. 18, б, в), иллюстрирующие работу триггера. Перемещением движка переменного резистора из одного крайнего положения в другое вы имитировали подачу на вход опытного устройства переменного напряжения синусоидальной формы (график б) амплитудой



Один из авторов статей Практикума — Виктор Гаврилович Борисов — ветеран Великой Отечественной войны. С первых дней ее он — радиотелеграфист на Тихоокеанском флоте. И хотя не пришлось Виктору Гавриловичу участвовать в столь грандиозных сражениях, как на Западном фронте, служба по охране водных границ нашей страны не была легкой. В звании старшины первой статьи и с медалью «За победу над Японией» он демобилизовался в конце 1945 г.

Кто не знаком сегодня с уникальной книгой В. Г. Борисова «Юный радиолюбитель», выдержавшей почти за 35 лет семь изданий! Миллионы читателей стали увлеченными радиолюбителями и избрали своей профессией электронику благодаря именно этой книге.

Сам автор увлекся радио в конце 20-х годов, как он считает, благодаря удивительному случаю. На Сенном рынке столицы радиолюбители — пропагандисты радиотехники демонстрировали работу детекторного приемника. Отстояв большую очередь, Виктор с восторгом услышал «живой человеческий голос», доносившийся из небольшой трубки, и загорелся желанием собрать такой же. Через несколько вечеров он уже слушал радиопередачи дома.

Увлечение осталось на всю жизнь. С середины 30-х годов Виктор Гаврилович руководит радиокружками на Центральной станции юных техников (ЦСЮТ), вместе с ребятами разрабатывает и строит самые разнообразные радиоконструкции. А после демобилизации возглавляет на станции радиолабораторию. Затем работа зав. отделом техники в районном Доме пионеров, зав. отделом науки и техники в журнале «Вожатый», директором ЦСЮТ, редактором в журнале «Радио».

И все эти годы Виктор Гаврилович пропагандирует радиолюбительство среди юных. Первая его статья появилась в нашем журнале в 1947 г., сегодня их число превысило сотню! Им написано около двух десятков книг и брошюр. Как специальный корреспондент журнала «Радио» он нередко бывает на слетах и выставках технического творчества, встречается с юными радиолюбителями и руководителями радиокружков внешкольных учреждений.

В начале текущего года Виктор Гаврилович отметил свое 70-летие. Поздравив юбиляра, редакция журнала пожелала ему успехов и долгих лет творческой жизни. Надеемся, что к этим пожеланиям присоединятся и наши многочисленные читатели.

до 3 В. Пока напряжение положительной полуволны этого сигнала было меньше порогового ($U_{пор.1}$), устройство сохраняло исходное состояние. При достижении же порогового напряжения, равного примерно 1,7 В (в момент времени t_1), оба элемента переключились в противоположные состояния, и на выходе триггера (вывод 6 элемента DD1.2) появился уровень логической 1. Дальнейшее повышение положительного напряжения на входе не изменило этого состояния. А вот при перемещении движка в обратную сторону, когда напряжение на входе триггера снизилось примерно до 0,5 В (момент времени t_2), оба элемента переключились в первоначальное состояние. На выходе триггера вновь появился уровень логического 0.

Отрицательная полуволна не изменила этого состояния элементов, поскольку оказалась замкнутой на общий проводник источника питания через внутренние диоды входной цепи элемента DD1.1.

При следующей положительной полуволне входного переменного напряжения на выходе триггера сформируется второй импульс положительной полярности (моменты времени t_3 и t_4).

Повторите этот опыт несколько раз, и по показаниям вольтметров, подключенных ко входу и выходу триггера, постройте графики, характеризующие его работу. Они должны получиться такими же, что и на рис. 18, б, в.

Два разных по уровню порога срабатывания элементов — наиболее характерная особенность триггера Шмитта.

Триггер Шмитта на двух логических элементах можно использовать в самых различных устройствах цифровой техники. Например, в частотомере, который пополнит вашу радиоизмерительную лабораторию.

Простой частотомер

Принципиальную схему такого прибора, способного измерять частоту переменного напряжения примерно от 20 Гц до 20 кГц, вы видите на рис. 19. Логические элементы DD1.1, DD1.2 и резисторы R1—R3 образуют триггер Шмитта, а остальные элементы — формирователь выходных импульсов, от частоты следования которых зависят показания микроамперметра PA1. Без формирователя прибор не даст достоверных результатов измерения, потому что длительность импульсов на выходе триггера зависит от частоты входного сигнала.

Конденсатор C1 — разделительный. Пропуская широкую полосу колебаний звуковой частоты, он преграждает путь постоянной составляющей источника сигнала. Диод VD2 замыкает на общий провод цепи питания отрицательные полуволны напряжения (этого диода может и не быть, поскольку его функцию способны выполнять диоды элемента DD1.1), диод VD1 ограничивает амплитуду положительных полуволн, поступивших на входы первого элемента, на уровне напряжения источника питания.

С выхода триггера (вывод 6 элемента DD1.2) импульсы положительной полярности поступают на формирователь. Работает он так. Элемент DD1.3 включен инвертором, а DD1.4 используется по своему прямому назначению — как логический элемент 2И-НЕ. Как только на входе формирователя (выводы 9, 10 элемента DD1.3) появляется уровень логического 0, элемент DD1.3 переключается в единичное состояние и через него и резистор R4 заряжается один из конденсаторов C2—C4. По мере зарядки конденсатора положительное напряжение на выводе 13 элемента DD1.4 повышается до уровня логической 1. Но этот элемент остается в единичном состоянии, так как на втором его входном выводе 12, как и на выходе триггера Шмитта, уровень логического 0. В таком режиме через микроамперметр протекает незначительный ток.

Как только на выходе триггера Шмитта появляется уровень логической 1, элемент DD1.4 переключается в нулевое состояние и через микроамперметр начинает протекать значительный ток. Одновременно элемент DD1.3 переключается в нулевое состояние, и конденсатор формирователя начинает разряжаться. Когда напряжение на нем снизится до порогового, элемент DD1.4 вновь переключится в единичное состояние. Таким образом, на выходе формирователя появляется импульс отрицательной полярности (рис. 18, г), в течение которого через микроамперметр протекает ток значительно больший, чем начальный. Угол отклонения стрелки микроамперметра пропорционален частоте следования импульсов: чем она больше, тем на больший угол отклоняется стрелка.

Длительность импульсов на выходе формирователя определяется продолжительностью разрядки включенного времязадающего конденсатора (C2, C3 или C4) до напряжения срабатывания элемента DD1.4. Чем меньше его емкость, тем короче импульс, тем большую частоту входного сигнала можно измерить. Так, с конденсатором C2 прибор способен измерять частоту колебаний ориентировочно от 20 до 200 Гц, с C3— от 200 до 2000 Гц, с C4 — от 2 до 20 кГц. Подстроечными резисторами R5—R7 стрелку микроамперметра устанавливают на конечную отметку шкалы, соответствующую наибольшей измеряемой частоте соответствующего поддиапазона. Минимальный уровень переменного напряжения, частоту которого нужно измерить, — 1,5 В.

Еще раз проанализируйте графики на рис. 18, чтобы закрепить в памяти принцип работы частотомера, а затем дополните опытный триггер Шмитта деталями входной цепи и формирователя и испытайте устройство в действии

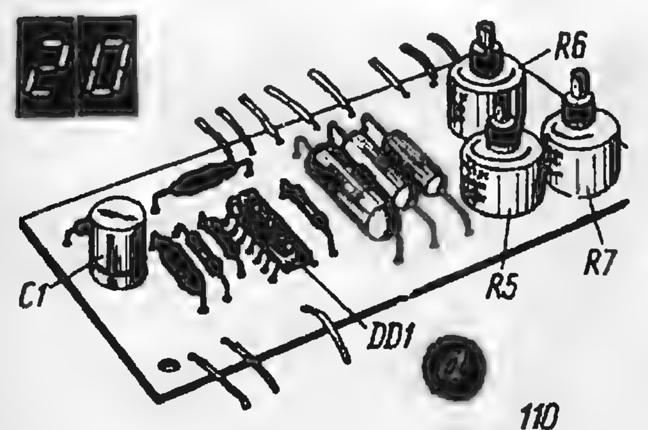
18

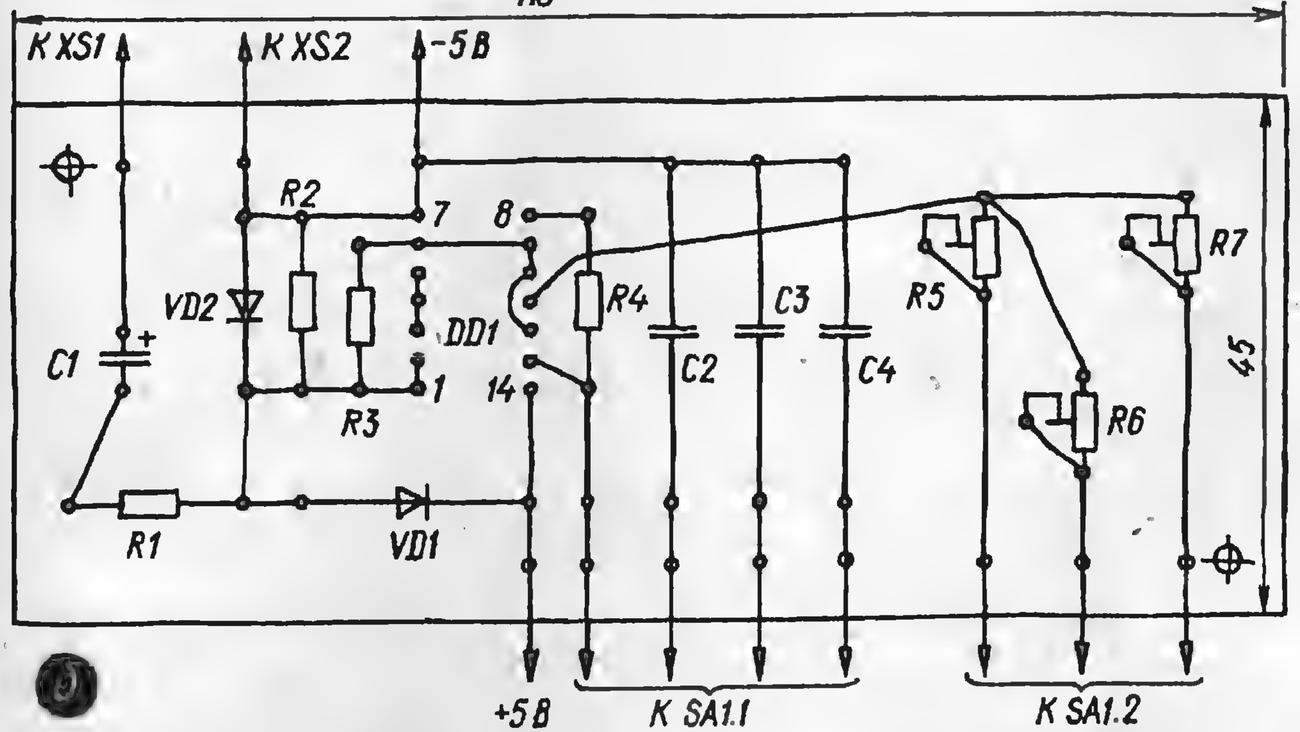
DD1 К155ЛА3; R3 2,2 к; R1 1,5 к; DD1.1; DD1.2; GB1 3 В; GB2 3 В; R2 330; PU; PU; К выв. 14; 5 В; К выв. 7

а; $U_{вх}$; $U_{пор.1}$; $U_{пор.2}$; t_1; t_2; t_3; t_4; t
б; DD1.2, выв.6; в; DD1.4 выв.11 (рис.19); г

19

+5 В; VD1 Д220; R3 2,2 к; PA1 100 мкА; C5 0,05 мк; DD1.1; DD1.2; DD1.3; DD1.4; R4 430; XS1; R1 1 к; C1 100 мк×10 В; Вход; VD2 Д220; XS2; R2 2,7 к; DD1 К155ЛА3; SA1.1; SA1.2; C2 0,2мк; C3 0,02мк; C4 2000; R5 3,3 к; R6 3,3 к; R7 3,3 к; „20...200 Гц"; „200...2000 Гц"; „2...20 кГц"





на макетной панели. На это время переключатель поддиапазонов не нужен — времязадающий конденсатор, например С2, можно подключить непосредственно к выводу 13 элемента DD1.4, а в цепь микроамперметра включить один из подстроечных резисторов или постоянный резистор сопротивлением 2,2...3,3 кОм. Микроамперметр на ток полного отклонения стрелки 100 мкА — такой же, как в сетевом блоке питания из предыдущего Практикума.

Закончив монтаж, включите источник питания и подайте с собранного в прошлый раз генератора на входы первого элемента (выводы 1, 2) импульсы положительной полярности. Частоту следования импульсов установите минимальную. Стрелка микроамперметра должна резко отклоняться на некоторый угол и возвращаться к нулевой отметке шкалы, что будет свидетельствовать о работоспособности частотомера. Если же микроамперметр не реагирует на входные импульсы, придется подобрать точнее резистор R2: его сопротивление может быть от 1,8 до 5,1 кОм.

Далее подайте на вход прибора (через конденсатор С1) переменное напряжение 3...5 В с понижающего сетевого трансформатора. Теперь стрелка микроамперметра должна отклониться на некоторый угол, соответствующий частоте 50 Гц.

Подключите параллельно конденсатору С2 еще один такой же или большей емкости. Угол отклонения стрелки увеличится.

Точно так можно испытать устройство на втором и третьем поддиапазонах измерения, но при входных сигналах соответствующих частот.

После этого детали частотомера можно перенести с макетной панели на монтажную плату (рис. 20, б) и укрепить на ней подстроечные резисторы (рис. 20, а). А плату укрепить в корпусе, конструкция которого может быть произвольная. На лицевой стенке корпуса разместите микроамперметр, переключатель поддиапазонов (галетный 3П3Н или другой, с двумя секциями на три положения), входные гнезда (XS1, XS2) или зажимы. Здесь же может быть и тумблер, который позволит замыкать конденсатор С1, чтобы оценить частоту генератора импульсов, например мультивибратора.

Впрочем, может быть и другое конструктивное решение: плату частотомера встроить в корпус блока питания и его же микроамперметр использовать при измерении частоты.

Для градуировки шкалы частотомера понадобится генератор звуковой частоты, например Г3-33. Возможно, пределы измерения частоты на поддиапазонах получатся иные, или вы захотите изменить их. Тогда придется подобрать конденсаторы С2—С4.

А может быть вы пожелаете повысить чувствительность частотомера? Тогда соберите входной усилитель, как это сделано, например, в частотомере, описанном в статье Б. Сергеева «Самоделки юных радиолюбителей» («Радио», 1983, № 11, с. 50).

Читатели предлагают

АНТЕННА В КОМНАТЕ

Не секрет, что «дальнобойность» любого радиоприемника зависит от антенны. Лучше всего, конечно, пользоваться наружной антенной, установленной, к примеру, на крыше дома. Но в современных домах многие радиолюбители лишены такой возможности. Приходится искать другие пути, в частности строить комнатные антенны, эффективно работающие в том или ином диапазоне частот. О некоторых конструкциях таких антенн рассказывается в предлагаемой подборке.

РАМОЧНАЯ АНТЕННА НА 160 М

Она составлена из двух витков многожильного монтажного провода в поливинилхлоридной изоляции, укрепленных на стене комнаты. Причем совсем не обязательно соблюдать указанные на рис. 1 размеры сторон рамки. Важно, чтобы площадь окна рамки составила примерно 4 $м^2$.

Конденсаторы С1 и С2 образуют емкостный делитель, согласующий активное сопротивление рамки с волновым сопротивлением фидера — телевизионным кабелем РК-75. Длина фидера не должна превышать 5 м. На конце фидера установлена вилка XP1 — ее вставляют в антенное гнездо приемника. Переменным конденсатором добиваются наилучшего приема

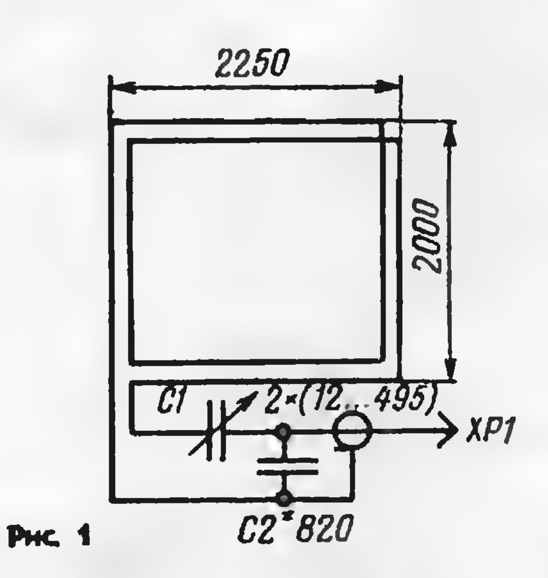


Рис. 1

радиостанций в диапазоне 1,85... 1,95 МГц.

С такой антенной мне удалось провести наблюдения за работой любительских радиостанций всех районов, кроме 8-го и 0-го.

Е. ПАШАНИН

г. Арзамас Горьковской обл.

АНТЕННА К ПРИЕМНИКУ НАБЛЮДАТЕЛЯ

К приемнику «ВЭФ-201», приспособленному для работы в диапазонах 20, 40 и 80 м, я подключаю комнатную рамочную антенну (рис. 2), выполненную из многожильного монтажного

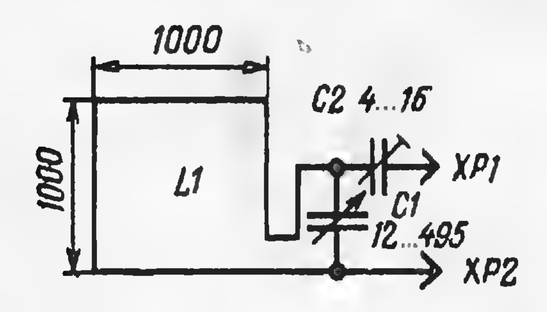


Рис. 2

провода. Вилку XP1 включаю в антенное гнездо приемника, а XP2 — в гнездо заземления. Переменным конденсатором C1 можно настраивать получившийся колебательный контур L1C1 на ту или иную рабочую частоту, а подстроечным конденсатором C2 подбирать оптимальную связь контура с приемником.

Г. УШАНОВ

г. Клайпеда

АНТЕННА ДЛЯ РАДИОВЕЩАТЕЛЬНОГО ПРИЕМНИКА

Наиболее просто такую антенну соорудить на большом окне. По внутреннему периметру рамы прибивают двухжильный сетевой провод в поливинилхлоридной изоляции — 2 или 3 витка. Можно также провод уложить в специально выдолбленный желоб, а затем желоб зашпаклевать и покрасить раму, чтобы антенна была незаметна. Но прежде нужно провести еще одну работу — перерезать в нижнем углу рамы витки и соединить концы проводов так, чтобы все витки оказались соединенными последовательно и «намотанными» в одном направлении. К началу или концу полученной «катушки» подключают проводник, который соединяют с антенным гнездом радиоприемника.

И. ВАГНЕР

г. Душанбе

ГЕНЕРАТОР ПЕРЕМЕННОЙ ЧАСТОТЫ

Обычно мультивибратор вырабатывает сигнал определенной частоты, зависящей от параметров времязадающих цепочек. При необходимости изменить частоту такого генератора резистор одной из цепочек должен быть переменный. Предлагаемый же генератор, собранный по схеме симметричного мультивибратора, изменяет частоту автоматически, причем скорость изменения ее можно задать заранее подстроечным резистором.

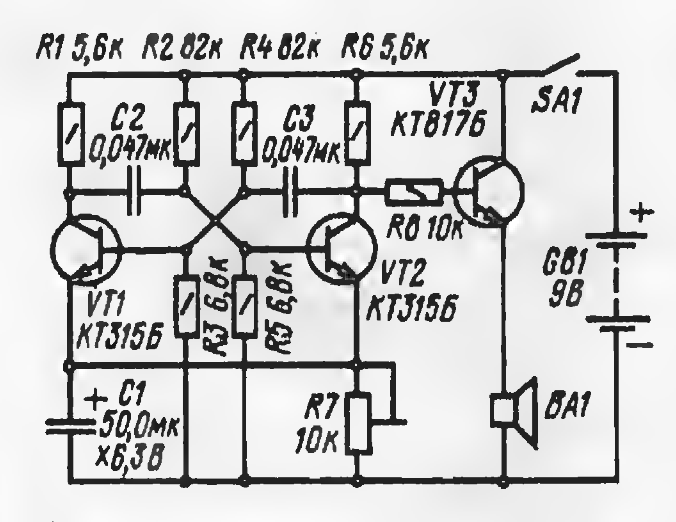


Рис. 1

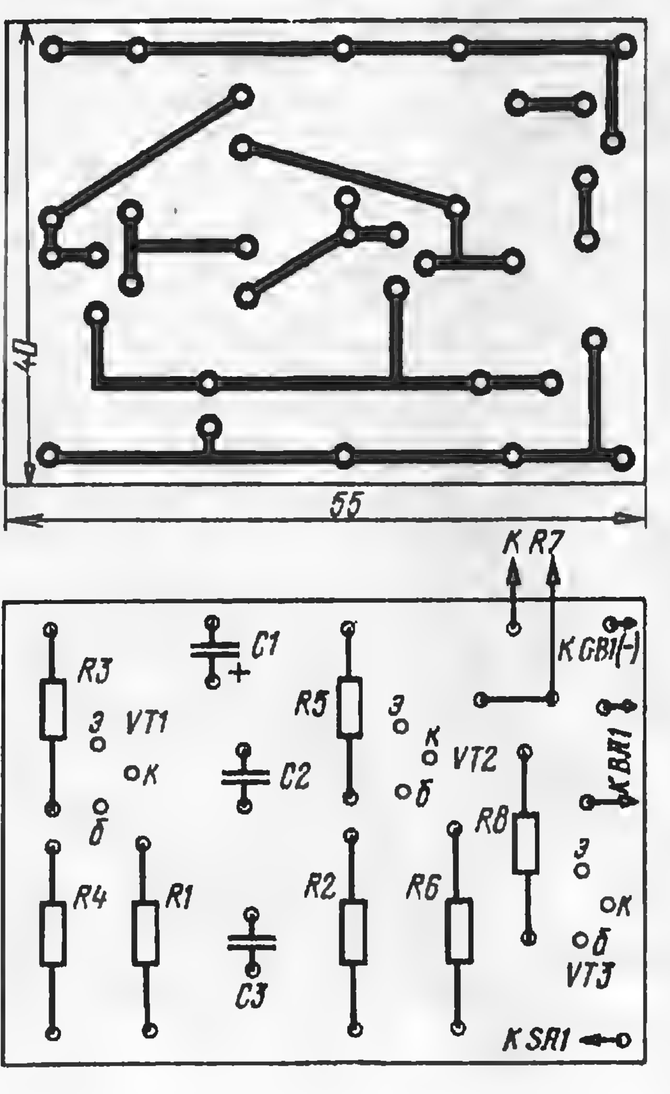


Рис. 2

Схема генератора приведена на рис. 1. На транзисторах VT1 и VT2 выполнен мультивибратор, на VT3 — усилитель мощности. Звуковой сигнал воспроизводится динамической головкой BA1. В эмиттерах транзисторов мультивибратора включена цепочка C1R7, которая и обеспечивает плавное изменение частоты.

Когда выключателем SA1 подают напряжение питания на мультивибратор, в головке раздается звук определенной тональности. Одновременно начинает заряжаться (через поочередно открывающиеся транзисторы мультивибратора) конденсатор C1. По мере его зарядки напряжение смещения между базами и эмиттерами транзисторов VT1 и VT2 уменьшается, частота колебаний мультивибратора возрастает. Через определенное время наступает такой момент, что транзисторы закрываются и колебания мультивибратора срываются. Конденсатор C1 начинает разряжаться через подстроечный резистор R7. По мере разрядки напряжение на конденсаторе падает, и вскоре мультивибратор вновь начинает работать. Процесс повторяется.

Получаемый с помощью такого генератора сигнал позволяет получить необычное звучание, характер которого можно изменять подстроечным резистором R7, а также подбором конденсатора C1. К примеру, с конденсатором емкостью 500 мкФ звуковой сигнал, воспроизводимый головкой, изменяется от 300 до 3000 Гц со скоростью примерно 500 Гц/с.

Подобный генератор может найти применение в различных имитаторах звуков, в качестве звукового индикатора и во многих других случаях. В нем допустимо использовать любые транзисторы серий КТ315 (VT1 и VT2) и КТ817 (VT3), постоянные резисторы МЛТ-0,25, конденсаторы КМ-5 (C2, C3) и К50-6 (C1). Под эти детали и рассчитана печатная плата (рис. 2), изготовленная из одностороннего фольгированного стеклотекстолита. Подстроечный резистор R7 — СП4-1 или другого типа, динамическая головка — мощностью 0,5—2 Вт со звуковой катушкой сопротивлением 8...16 Ом.

В. ЦЫБУЛЬСКИЙ

г. Тернополь

Условные графические обозначения

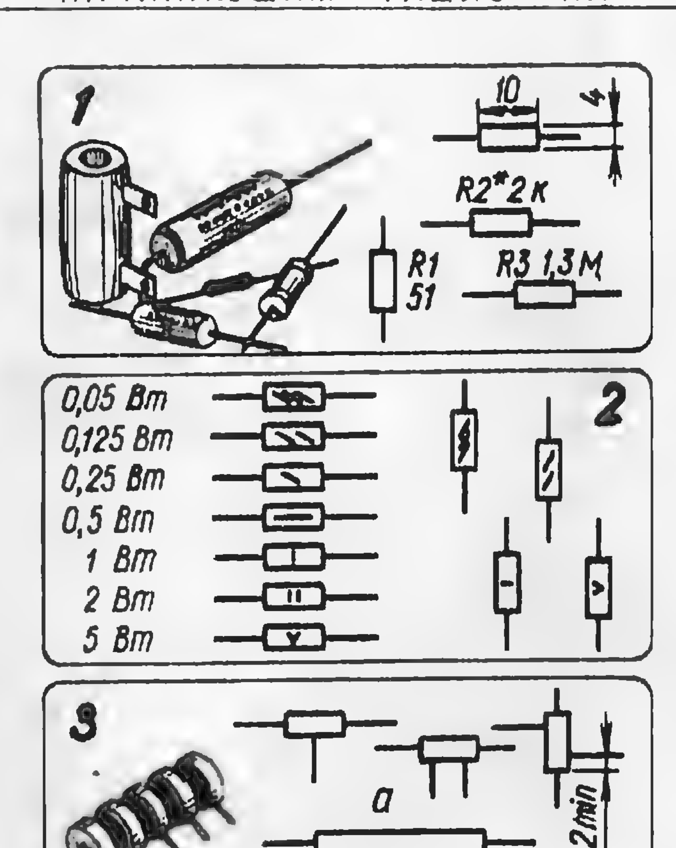
РЕЗИСТОРЫ

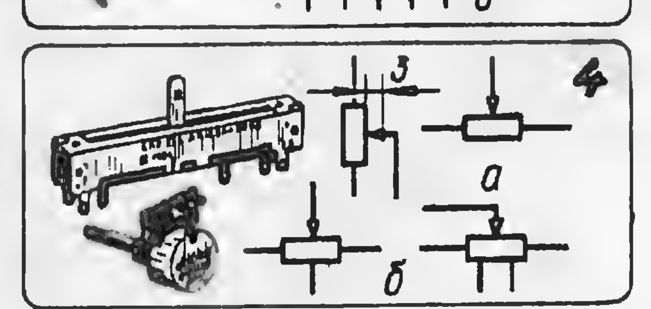
Резистор (*англ.* resistor, от *лат.* resisto — сопротивляюсь) — радиодеталь, основное назначение которой оказывать активное сопротивление электрическому току. Главнейшие характеристики резистора — номинальное сопротивление и рассеиваемая мощность. Наиболее широко используют резисторы постоянного сопротивления (постоянные), реже — переменные, подстроечные и резисторы, изменяющие свое сопротивление под действием внешних факторов (температуры, давления, магнитного поля и т. д.).

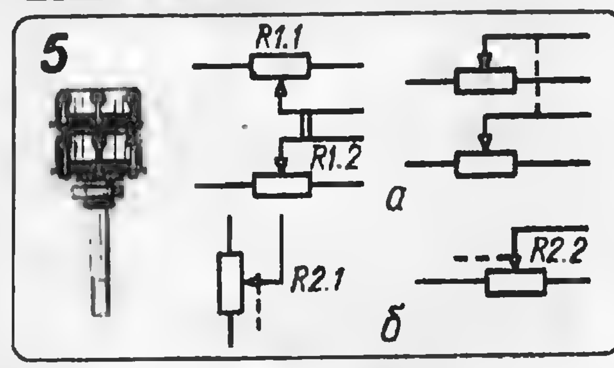
ПОСТОЯННЫЕ РЕЗИСТОРЫ бывают проволочные (из провода с высоким удельным сопротивлением), непроволочные (с резистивным элементом, например, в виде тонкой пленки из окиси металла, пиролитического углерода, бороорганических соединений и т. д.) и металлофольговые (резистивный элемент — определенной конфигурации фольга, нанесенная на изоляционное основание). Однако на схемах их обозначают одинаково (рис. 1) — в виде прямоугольника с линиями электрической связи, символизирующими выводы резистора. Это Условное Графическое Обозначение (далее для краткости УГО) — основа, на которой строятся УГО всех разновидностей резисторов. Указанные на рис. 1 размеры УГО (как, впрочем, и всех рассматриваемых в дальнейшем) установлены ГОСТом, и их следует придерживаться при вычерчивании схем, посылаемых в редакцию.

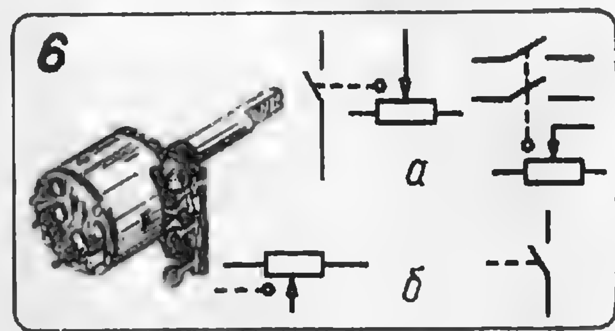
На схемах рядом с УГО резистора (по возможности сверху или справа) указывают его условное буквенно-цифровое позиционное обозначение и номинальное сопротивление. Позиционное обозначение состоит из латинской буквы R (Rezisto) и порядкового номера резистора по схеме. Сопротивление от 0 до 999 Ом указывают числом без обозначения единицы измерения (1,2 Ом — 1,2; 51 Ом — 51; 750 Ом — 750 и т. д.), от 1 до 999 кОм — числом с буквой к (2 кОм — 2 к; 100 кОм — 100 к и т. д.), от 1 до 999 МОм — числом с буквой М (1,3 МОм — 1,3 М; 150 МОм — 150 М и т. д.). Если же позиционное обозначение резистора помечено звездочкой (резистор R2 на рис. 1), то это означает, что сопротивление указано ориентировочно и при налаживании устройства его необходимо подобрать.

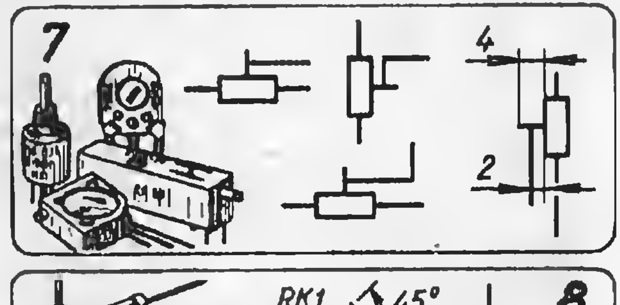
Номинальную (а по сути дела — максимально допустимую) рассеиваемую мощность указывают специальными значками внутри УГО (см. рис. 2).

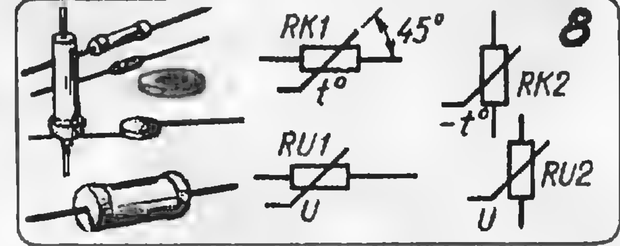












Постоянные резисторы могут иметь отводы от резистивного элемента (рис. 3,*а*), причем, если необходимо, символ резистора вытягивают в длину (рис. 3,*б*).

ПЕРЕМЕННЫЕ РЕЗИСТОРЫ используют для всевозможных регулировок. Как правило, у такого резистора минимум три вывода: два — от резистивного элемента, определяющего номинальное (максимальное) сопротивление, и один — от перемещающегося по нему токосъемника — движка. Последний изображают в виде стрелки, перпендикулярной длинной стороне основного УГО (рис. 4,*а*). Отводы у переменных резисторов показывают так же, как и у постоянных (рис. 4,*б*).

Для регулирования громкости, тембра, уровня в стереофонической аппаратуре, частоты в измерительных генераторах сигналов и т. д. применяют сдвоенные переменные резисторы. На схемах УГО входящих в них резисторов стараются расположить возможно ближе друг к другу, а механическую связь показывают либо двумя сплошными линиями, либо одной штриховой (рис. 5,*а*). Если же сделать этого не удается, т. е. символы резисторов оказываются на большом удалении один от другого, то механическую связь изображают отрезками штриховой линии (рис. 5,*б*). Принадлежность резисторов сдвоенному блоку указывают в позиционном обозначении (R1.1 — первый, по схеме, резистор сдвоенного переменного резистора R1, R1.2 — второй).

В бытовой аппаратуре часто применяют переменные резисторы, объединенные с одним или двумя выключателями. Символы их контактов размещают на схемах рядом с УГО переменного резистора и соединяют штриховой линией с жирной точкой, которую изображают с той стороны УГО, при перемещении к которой движок воздействует на выключатель (рис. 6,*а*). При этом имеется в виду, что контакты замыкаются при движении от точки, а размыкаются при движении к ней. В случае, если УГО резистора и выключателя удалены друг от друга, механическую связь показывают отрезками штриховых линий (рис. 6,*б*).

ПОДСТРОЕЧНЫЕ РЕЗИСТОРЫ — разновидность переменных. Узел движка таких резисторов приспособлен для управления отверткой. УГО подстроечного резистора (рис. 7) наглядно отражает его назначение: это по сути постоянный резистор с отводом, положение которого можно изменять.

Из резисторов, изменяющих свое сопротивление под действием внешних факторов, наиболее часто используют терморезисторы (буквенное позиционное обозначение RK) и варисторы (RU). Общим для УГО резисторов этой группы является знак нелинейного саморегулирования в виде наклонной линии с изломом внизу (рис. 8). Для указания внешних факторов используют их общепринятые буквенные обозначения: t (температура), U (напряжение) и т. д. Знак температурного коэффициента сопротивления терморезисторов указывают только в том случае, если он отрицательный (RK2 на рис. 8).

В. ФРОЛОВ

г. Москва

Мыльные пузыри антисоветизма в эфире

Исполнилось 40 лет Победы над гитлеровским рейхом. Передачи об этом событии заполнили сегодня мировой эфир. Знаменательную дату отмечают все народы во всех уголках планеты. Через сотни радиостанций, телецентров передаются материалы, воспоминания, заявления организованных во многих странах национальных комитетов. Передаются программы, воздающие должное памяти борцов и, наряду с бесконечной благодарностью за их исторический подвиг, во весь голос заявляющие о решимости современников не допустить термоядерной катастрофы, сохранить мир на земле.

В эти дни, хотят или не хотят некоторые деятели на Западе, громко звучат на всех диапазонах слова: Москва, Ленинград, Сталинград, Варшава, Вена, Прага. Люди не забыли и не забудут, что решающий вклад в победу над фашистской Германией и ее союзниками, в освобождение народов Европы от коричневой чумы внесли Вооруженные Силы СССР, с честью выполнив свой патриотический и интернациональный долг. Это привело к небывалому росту международного авторитета Советского Союза, снискало ему любовь и уважение всех народов земли.

Однако реальности сегодняшнего мира недвусмысленно свидетельствуют и о том, что итоги второй мировой войны, ее поучительные уроки нравятся не всем.

С приближением 40-летия Победы с каждым днем на Западе усиливалась пропагандистская кампания радиодезинформации общественности в связи с конкретными событиями, фактами и историческими результатами второй мировой войны. Главный замысел организаторов этой кампании понятен — вытравить из сознания людей, в первую очередь молодежи, тот факт, что именно первое в мире социалистическое государство сыграло решающую роль в спасении человечества от фашистского рабства. Ослабить международный авторитет Советского Союза, социализма в целом, оправдать нынешний милитаристский, агрессивный внешнеполитический курс США и их союзников по НАТО.

Идейный противник социализма не брезгует ничем, использует самые изощренные технические средства и, прежде всего, радиовещание. В бой пущены диверсионные и психологические приемы, весь арсенал внешнепропагандистской машины империализма. При информационном агентстве США (ЮСИА) была создана рабочая группа для координации действий в рамках кампании фальсификаций. В ее состав входят, помимо представителей агентства — главного пропагандистского рупора администрации,— сотрудники госдепартамента, ЦРУ, различных антикоммунистических центров, эмигрантских организаций. Общее руководство подрывной деятельностью осуществляют высшие эшелоны власти США, прежде всего специальная группа планирования во главе с помощником президента по национальной безопасности Р. Макфарлейном.

Особая роль в распространении клеветы отводится средствам массовой радиоинформации. Подготовкой фальсификаторских материалов заняты подрывные радиостанции «Свобода» и «Свободная Европа», «Немецкая волна» и «Голос Израиля». Подведомственный ЮСИА «Голос Америки» подготовил специальный цикл передач об итогах второй мировой войны и... роли американцев в освобождении Европы.

Зеленый свет радиоклевете дал не кто иной, как президент Соединенных Штатов. На все лады переливают всевозможные «голоса» программные установки антисоветизма, которые в избытке содержатся в речи Р. Рейгана 6 июня 1984 г., произнесенной им по случаю 40-летия высадки союзнических войск в Нормандии. До сих пор в эфире звучит его нелепейшее заявление о том, что Советский Союз, мол, не имеет ни малейшего отношения ни к освобождению Европы, ни к разгрому гитлеризма. «Европа была порабощена... Здесь, в Нормандии, было положено начало ее спасению». Если верить господину Рейгану, оказывается, что не кто иной, как США «спасли» Европу от Гитлера, «защищают» они ее и сейчас своим оружием, в том числе и ракетами первого удара, от коммунизма.

Получив полный cart blanch, радиоклеветники засучили рукава. Из передач западных радиостанций слушатели «узнали», например, что не разгром немецко-фашистских войск под Москвой, Сталинградом, на Курской дуге, не сокрушительные удары в Белоруссии, Прибалтике, Польше, а операция английских войск под Эль-Аламейном в Африке оказала решающее влияние на изменения в войне и ее исход. Коренной перелом в войну оказывается внесли не Сталинградская битва, в результате которой была пленена 300-тысячная армия Паулюса, а действия «морских пехотинцев США летом 1942 г. у Тихоокеанского острова Мидуэй».

«Голос Америки», передавая отрывки из книги американского историка М. Гойля, «согласился» с выводом автора о том, что высадка союзников во Франции в 1944 г. явилась «основной причиной капитуляции нацистской Германии». «Смертельной» для врага назвал нормандскую операцию и английский историк М. Хастингс.

Слов нет, союзники вели боевые действия и на Тихом океане, и в Африке, и в Италии. Некоторые их операции были действительно крупными и успешными, как, например, Рурская, закончившаяся пленением 23 вражеских дивизий. И все же обратимся к цифрам: только в ходе Белорусской операции было разбито свыше 70 дивизий противника, в Ясско-Кишиневской — 53, Висло-Одерской — 58, Восточно-Прусской — 37, Берлинской — свыше 80. На советско-германском фронте фашисты потеряли 3/4 авиации, 3/4 артиллерии, 3/4 танков, 3/4 всех своих людских ресурсов (606 дивизий).

По вполне понятным причинам западная радиопропаганда эти цифры стыдливо умалчивает.

«Забыты» и высказывания многих политических и государственных деятелей Запада.

«С точки зрения большой стратегии... трудно уйти от того очевидного факта, что русские армии уничтожают больше солдат и вооружения противника, чем все остальные 25 государств Объединенных Наций, вместе взятые» (президент США Ф. Рузвельт, 6 мая 1942 г.).

«Советский Союз играет основную роль в войне, подобно тому, как он будет играть эту роль завтра, в период мира» (генерал Де Голль, 25 июля 1944 г.).

«Когда я говорю о сделанном Великобританией и о военном вкладе Соединенных Штатов, я никогда не забываю, что именно Красная Армия выпустила дух из нацистов» (премьер-министр Англии У. Черчилль, 10 октября 1944 г.).

В попытках принизить решающую роль СССР в разгроме гитлеровского фашизма, умалить героизм и мужество советского народа и его вооруженных сил, западные радиофантазеры прибегают не только к большой лжи и обману. В ход идут всякие мелкие и, прямо скажем, дешевые трюки. Так, Би-Би-Си (8 января 1985 г.), признав было, что Черчилль горячо благодарил Сталина за решение ускорить январское наступление советских войск в 1945 г., когда положение союзнических сил в Арденнах стало критическим, вдруг спохватилась и заявила, что это «обращение Черчилля за помощью к Сталину было необдуманным и ненужным». В унисон вещают «Голос Израиля», «Радио Канады»...

Но все это цветочки по сравнению с тем, что передала 13 ноября 1984 г. западногерманская радиостанция «Немецкая волна». Причем передала, ссылаясь на «историческую документацию». Цитируем: «...Во время второй мировой войны СССР получал оружие, материалы и продовольствие главным образом из США по так называемому ленд-лизу... Сомнительно, что эта победа была вообще возможна без ленд-лиза» (!).

Неужели «Немецкая волна» не знает, что советские танки Т-34, ИЛы, артиллерийские системы, выпускавшиеся тысячами в годы войны на советских заводах, были лучшими в мире, что они в руках советского солдата стали оружием победы? Знает! Но стремится в искаженном свете представить историю.

Подобные заявления — беспардонное глумление над народом, поднявшимся на священную Отечественную войну, выстоявшим в смертельной битве и победившим ценой жизни миллионов лучших своих сыновей!

Опыт прошлого и настоящего, последствия второй мировой войны и уроки сегодняшних дней обязывают силы мира и демократии, прогресса и политического реализма давать немедленный и решительный отпор политическим авантюристам и их пропагандистским подпевалам. Что касается Советского Союза, то в нашей стране твердо и последовательно проводились и проводятся в жизнь принципы мирного сосуществования государств с различным общественным строем, всегда дается решительный отпор агрессивным замыслам империализма. Коммунистическая партия Советского Союза и Советское правительство ведут неустанную борьбу за прекращение навязанной империализмом гонки вооружений, устранение угрозы ядерной войны, за обеспечение надежной безопасности народов.

Р. САНИН

О РАБОТЕ РАДИОТЕХНИЧЕСКОЙ КОНСУЛЬТАЦИИ

В Центральный радиоклуб СССР имени Э. Т. Кренкеля и в редакцию журнала «Радио» поступает много писем от радиолюбителей с просьбой рассказать о работе Радиотехнической консультации. Выполняем эту просьбу.

Все услуги, оказываемые Радиотехнической консультацией, можно разделить на три группы. К группе А относится высылка описаний различных радиолюбительских конструкций, брошюр, листовок.

Для начинающих радиолюбителей представляют интерес следующие брошюры: «Радиоприемник начинающего радиолюбителя-наблюдателя», «Радиопередатчик начинающего радиолюбителя-коротковолновика», «Справочник по линейным интегральным микросхемам», «Как рассчитать и изготовить силовой трансформатор», «Цветомузыкальные установки».

Цена одной брошюры, включая стоимость пересылки — 40 коп. Деньги за брошюры следует выслать почтовым переводом по адресу: 123364, Москва, Тушинское отделение Госбанка, расчетный счет 700152. В графе «Для письма» бланка почтового перевода надо написать «За консультацию по разделу А» и указать название заказываемых брошюр.

Большим спросом пользуется набор листовок с описанием 48 конструкций: транзисторных и ламповых приемников, усилителей низкой частоты, измерительных приборов и т. д. Стоимость одного набора — 65 коп. Деньги за него следует перевести по тому же адресу, указав в графе «Для письма»: «За набор схем — листовок».

Радиотехническая консультация отвечает также на вопросы радиолюбителей. За этот вид услуг, которые относятся к группе Б, установлены следующие расценки:

— 90 коп.— за указание названия одной книги или статьи по интересующему автора письма вопросу; сообщение основных характеристик экспоната Всесоюзной радиовыставки вместе с условиями получения копии авторского описания; сообщение основных характеристик любительских и промышленных радиоаппаратов; сообщение параметров радиоэлемента; сообщение намоточных данных трансформатора, дросселя, катушки.

— 1 руб. 40 коп.— за пояснение работы одного из узлов радиоприбора; рекомендации по замене одной детали другой.

— 2 руб.— за совет по устранению неисправности, переделке и налаживанию радиоаппаратуры (если для ответа не требуется проводить дополнительные расчеты); рекомендации по использованию измерительного прибора; выбор наиболее эффективной в конкретных условиях телевизионной антенны; рекомендации по симметрированию и согласованию телевизионной антенны с фидером; совет по замене одного узла аппаратуры другим (в том числе кинескопов); выполнение простейших расчетов.

Для того чтобы получить консультацию по группе Б, следует перевести нужную сумму по тому же адресу, что и за консультацию по группе А. В графе «Для письма» надо указать: «За консультацию по разделу Б». Квитанцию почтового перевода, которую Вы получите на почте, следует вместе с вопросами направить по адресу: 103012, Москва, ул. Куйбышева, 4/2, пом. 12, Радиотехническая консультация.

Если Вам требуется консультация по более сложному вопросу или помощь в проведении расчетов, надо предварительно перечислить 90 коп. на расчетный счет ЦРК СССР (адрес и номер счета см. выше) и сообщить в Радиотехническую консультацию все необходимые исходные данные (не забудьте в конверт с письмом положить квитанцию перевода). Вам сообщат стоимость работ и выполнят заказ после того, как Вы его оплатите.

Радиотехническая консультация высылает копии материалов, имеющихся в библиотеке ЦРК СССР, и копии описаний радиолюбительских конструкций, экспонировавшихся на Всесоюзных выставках творчества радиолюбителей-конструкторов ДОСААФ.

Обращаем внимание на то, что большинство описаний экспонатов содержат принципиальную схему и лишь краткие сведения об устройстве прибора, недостаточные для их точного повторения. Цена изготовления копии, включая почтовые расходы, 50 коп. за страницу размерами до 30×40 см.

При оформлении заказа на копирование в графе «Для письма» бланка почтового перевода, направленного в тот же адрес, что и за консультацию по разделу А, следует написать: «За изготовление копии». Само письмо с указанием материалов, копия которых Вам необходима, следует вместе с квитанцией почтового перевода направить по адресу: 123511, Москва, Походный проезд, 23, ЦРК СССР, Группа копирования.

Радиотехническая консультация не сообщает адресов промышленных предприятий и не высылает книг по радиотехнике, радиодетали и радиоаппаратуру.

Неоплаченные письма с вопросами (без квитанции почтового перевода) не рассматриваются и консультации по ним не даются.

Срок выполнения заказов — до 2 месяцев. Для ускорения работ Радиотехническая консультация просит заказчиков строго придерживаться установленных правил: обязательно указывать на бланке почтового перевода за что переведены деньги, не забывать вкладывать в письмо с вопросами квитанции почтовых переводов. На бланке перевода и в письме четко укажите свой полный почтовый адрес и обязательно — почтовый индекс Вашего отделения связи. Не забудьте написать свою фамилию и инициалы.



УДАРНЫЙ ЭМИ-АВТОМАТ

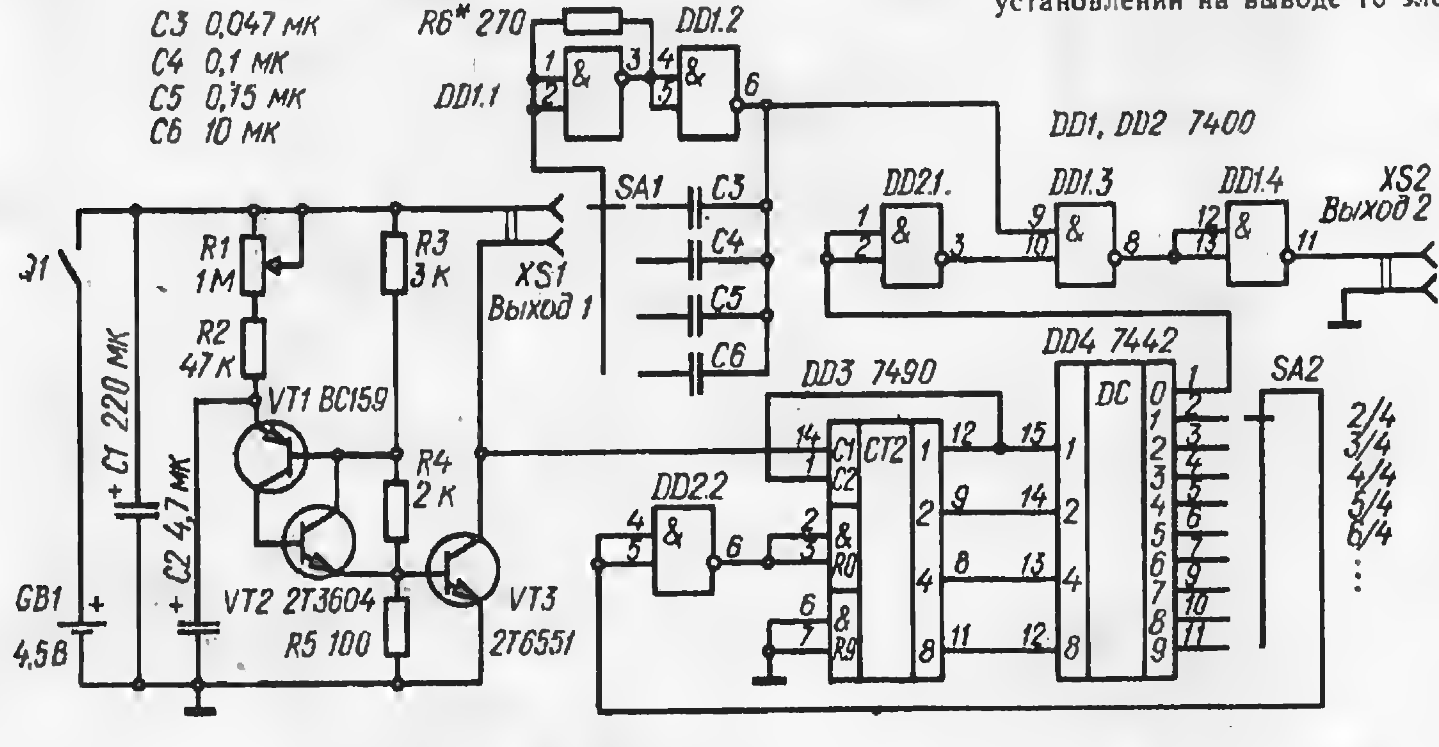
В последние годы музыканты все чаще используют в своей практике ударные ЭМИ-автоматы. Принципиальная схема одного из таких инструментов представлена на рисунке. Он состоит из генератора тактовых импульсов (VT1, VT2), имитирующего звук барабана и задающего темп исполнения музыкального произведения, и имитатора звука тарелок (он определяет музыкальный размер). Последний, в свою очередь, состоит из счетчика (DD3) с дешифратором (DD4), мультивибратора (DD1.1, DD1.2), устройства совпадения (DD1.3) и трех инверторов (DD1.4, DD2.1, DD2.2). Электроакустические агрегаты, воспроизводящие звуки ударов барабана и тарелок, подключают соответственно к розеткам XS1 и XS2.

Основа инструмента — тактовый генератор (его можно использовать в качестве метронома, для чего достаточно отключить второй электроакустический агрегат). Он собран на транзисторах VT1, VT2, включенных по схеме аналога однопереходного транзистора. Частота вырабатываемых им колебаний («ударов») зависит от емкости конденсатора C2 (2,2...15 мкФ) и суммарного сопротивления резисторов R1, R2. Последний подобран таким образом, чтобы при установке движка переменного резистора R1 в нижнее (по схеме) положение частота следования импульсов равнялась 3,5...3,6 Гц (темп — 210...220 ударов в минуту).

Усиленные транзистором VT3 импульсы тактового генератора подводятся к усилителю мощности (через розетку XS1) и к счетчику DD3. В зависимости от положения переключателя SA2 на установочные входы R0 счетчика после каждых двух, трех, четырех и т. д. импульсов генератора поступает сигнал логической 1 (инвертированный уровень 0 с соответствующего выхода дешифратора DD4), возвращающий его в нулевое состояние. В результате на выходе 0 дешифратора (вывод 1) на каждый второй, третий и т. д. импульсы появляется сигнал логического 0, а на выходе инвертора DD2.1 и, следовательно, одном из входов (вывод 10) элемента совпадения DD1.3 — логической 1. Другой вход элемента соединен с выходом мультивибратора (DD1.1, DD1.2). Он генерирует колебания звуковой частоты, которую можно изменять, переключая конденсаторы C3 — C6 в цепи положительной обратной связи. При установлении на выводе 10 элемента DD1.3 уровня 1 на выходе (вывод 8) появляется пачка импульсов, следующих с частотой колебаний мультивибратора. Эти импульсы инвертируются элементом DD1.4 и через розетку XS2 подводятся к второму усилителю мощности.

Таким образом, при работе описываемого ЭМИ из одного громкоговорителя слышны «удары барабана», а из другого «звон тарелок». В зависимости от положения переключателя SA2 «удары по тарелкам» приходятся на каждый второй, третий и т. д. «удар барабана», чем и определяется выбранный музыкальный размер — 2/4, 3/4, 4/4 и т. д.

Налаживание инструмента сводится к подбору резистора R2 и градуировке шкалы переменного резистора R1. Наиболее просто это сделать по механическому метроному, добиваясь каждый раз совпадения ударов обоих устройств. Граничные отметки шкалы — 40 и 208 ударов в минуту. Как показывает практика, наиболее часто используемые темпы — 60, 90, 132 и 162 удара в минуту, а музыкальные размеры — 2/4, 3/4, 4/4 и 6/4.



Камбуров К. От метроном към ритъм-бокс.— Радио, телевизия, електроника, 1984, № 10, с. 10, 11

Примечание редакции. В ударном ЭМИ-автомате можно применить транзисторы КТ361Б (VT1), КТ315Б (VT2) и КТ608А (VT3). Аналоги микросхем 7400, 7490 и 7442 — соответственно К155ЛА3, К155ИЕ2 и К134ИД6 (можно использовать и К155ИД3, но у нее иная цоколевка). Для повышения надежности работы устройства коллектор транзистора VT3 желательно через резистор сопротивлением 2,2...5,1 кОм подключить к плюсу источника питания.

RÁDIÓTECHNIKA

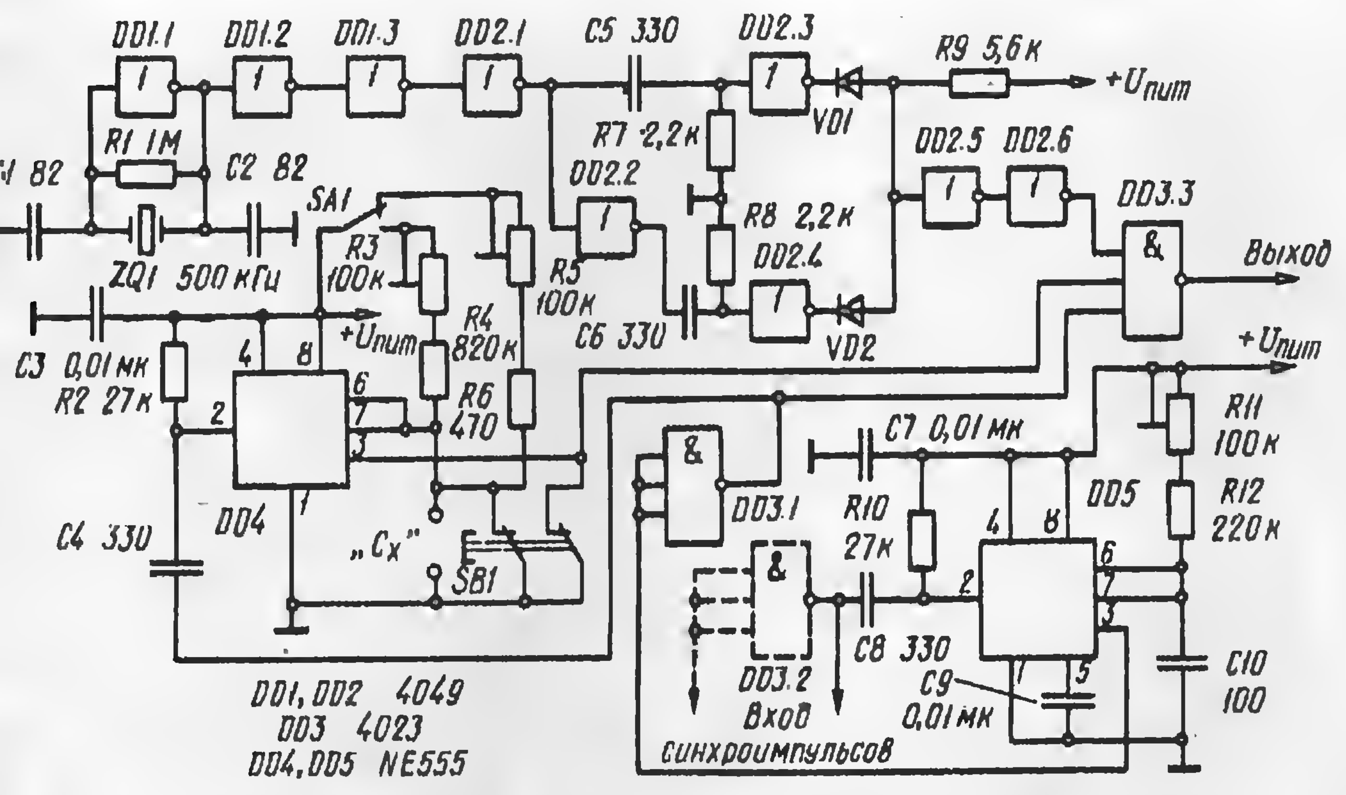
ЦИФРОВОЙ ИЗМЕРИТЕЛЬ ЕМКОСТИ

Если в распоряжении радиолюбителя имеется цифровой частотомер, то, изготовив приставку, схема которой приведена на рисунке, он сможет измерять емкость конденсаторов (в том числе и оксидных) в двух поддиапазонах (верхние пределы 1 и 1000 мкФ). Разрешающая способность устройства зависит от технических характеристик частотомера. Для прибора с шестиразрядной индикацией и временем измерения 1 с (отсчет частоты с точностью до 1 Гц) разрешающая способность на поддиапазоне 1 мкФ равна 1 пФ. Для питания приставки можно использовать любой источник напряжением 5...12 В с максимальным током нагрузки 20 мА.

Приставка состоит из генератора тактовых импульсов, удвоителя частоты и двух одновибраторов. Генератор тактовых импульсов собран на элементе DD1.1. Их частота повторения (500 кГц) стабилизирована кварцевым резонатором ZQ1. На элементах DD2.2—DD2.4 и диодах VD1, VD2 выполнен удвоитель частоты. Тактовые импульсы (прямой и инвертированный элементом DD2.2) дифференцируются цепями R7C5 и R8C6 и суммируются на входе элемента DD2.5. Таким образом, на верхний (по схеме) вход элемента DD3.8 поступают тактовые импульсы с частотой повторения 1 МГц.

Запуск одновибратора на микросхеме DD5 осуществляется синхроимпульсами цифрового частотомера. Если началу синхроимпульса соответствует отрицательный перепад напряжения, то его подают непосредственно на конденсатор C8, если положительный — через дополнительный инвертор DD3.2.

Одновибратор DD5 через ин-



тор DD3.1 запускает второй новибратор DD4. Длительть формируемого им импульопределяется емкостью испымого конденсатора, подключного к зажимам «C_x», и сотивлениями резисторов R3, (поддиапазон 1 мкФ) или R6 (1000 мкФ);

Выходные сигналы обоих одновибраторов поступают на элемент DD3.3. Относительно короткий импульс одновибратора на микросхеме DD5 (он инвертируется элементом DD3.1) блокирует на некоторое время прохождение тактовых импульсов на выход элемента DD3.3, а следовательно и на выход устройства. Длительность этого импульса регулируют подстроечным резистором R11, устанавливая тем самым «нуль» частотомера при отсутствии испытуемого конденсатора и нажатой кнопке SB1 (т. е. компенсируют паразитную емкость монтажа приставки).

Чтобы испытуемый конденсатор (он может оказаться заряженным) не повредил при подключении микросхему DD4, входные зажимы замкнуты накоротко левыми (по схеме) контактами кнопки SB1.

При налаживании приставки к входным гнездам подключают конденсаторы заведомо известной емкости (по одному на каждом пределе измерения) и изменением сопротивления соответствующего резистора (R3 или R5) добиваются соответствующих показаний частотомера.

Если в частотомере имеется кварцевый генератор на частоту 1 МГц, то прибор можно упростить, исключив генератор тактовых импульсов и умножитель частоты.

A. Basso. Amatőr Kapcsolások.— Radiótechnika, 1984, № 8, a. 23, 24.

Примечание редакции. При повторении устройства можно использовать отечественные микросхемы К561ЛН2 (DD1, DD2), К561ЛА9 (DD3), КР1006ВИ1 (DD4, DD5) и диоды КД503Б (VD1, VD2).

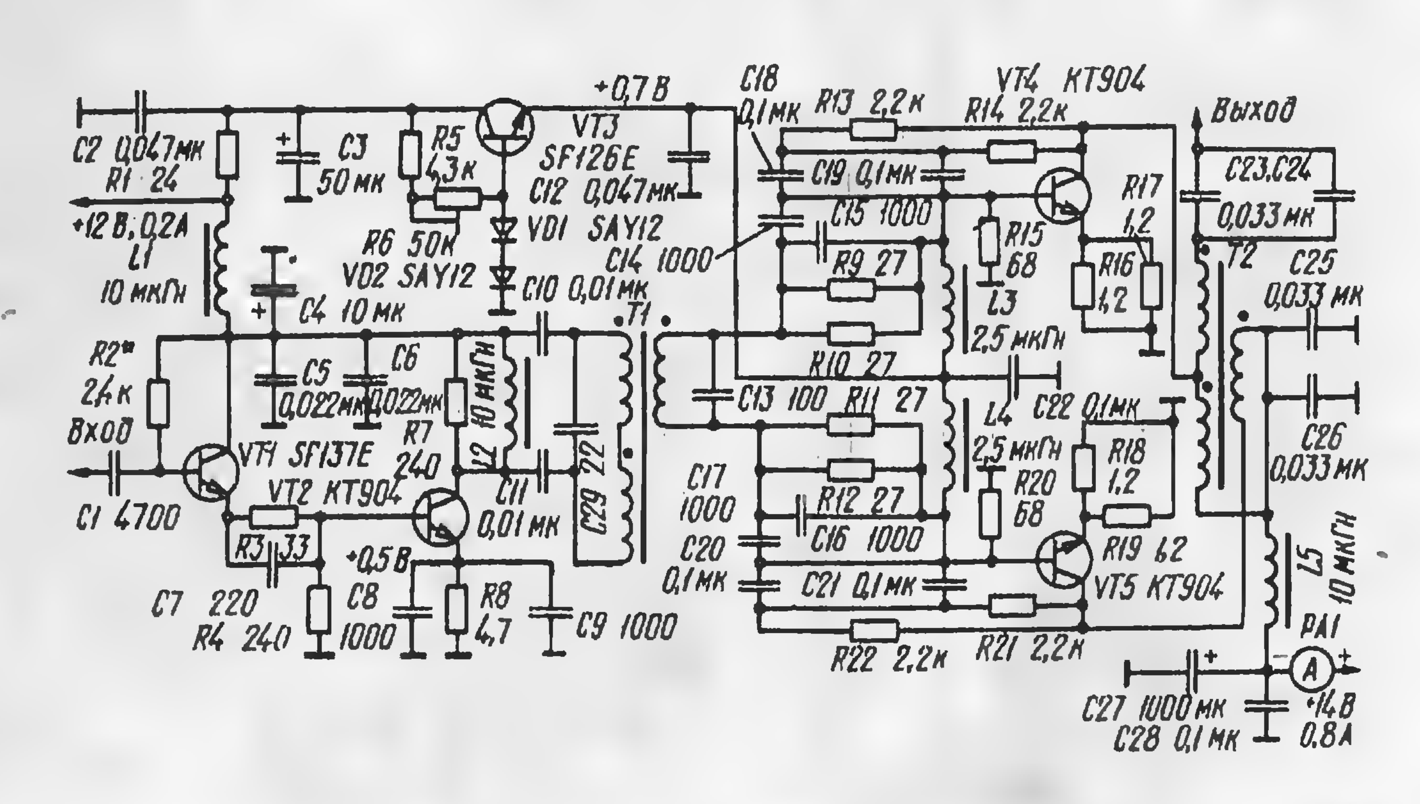
FUNKAMATEUR

ШИРОКОПОЛОСНЫЙ УСИЛИТЕЛЬ МОЩНОСТИ

Среди коротковолновиков все льшую популярность приобрет работа в эфире малой щностью — QRP. Особенно ивлекательно то, что аппарару для QRP можно выполть целиком на транзисторах питать от низковольтного исника. Широкополосный усиитель мощности, схема которого приведена на рисунке, обесчивает линейное усиление SSB CW сигналов во всех КВ диапазонах. Мощность, подводимая оконечному каскаду при напряжении питания 12 В, не прешает 10 Вт, что соответствет международному определению QRP аппаратуры.

Сигнал с КВ возбудителя рансивера) поступает через иттерный повторитель (транстор VT1) на предварительй усилитель, работающий в жиме А (транзистор VT2). одное сопротивление следуюго каскада около 10 Ом, поому для согласования его с предварительным усилителем применен широкополосный трансформатор T1 с коэффициентом трансформации 4:1 (по сопротивлению). Конденсаторы C29 и C13 выравнивают амплитудно-частотную характеристику этого каскада.

Двухтактный выходной каскад (VT4, VT5) работает в режиме AB. К нагрузке он подключен через широкополосный трехобмоточный трансформатор T2 с коэффициентом трансформации 1:1. Такой трансформатор позволяет исключить насыщение магнитопровода постоянной составляющей коллекторного тока. Неизменный ток покоя выходных транзисторов поддерживается стабилизатором на транзисторе VT3. Диоды VD1 и VD2, задающие напряжение смещения транзисторов VT4 и VT5, находятся в тепловом контакте с их теплоотводами.



При налаживании усилителя сначала отключают выходной каскад, вторичную обмотку трансформатора T1 нагружают двумя последовательно соединенными резисторами сопротивлением по 8,6 Ом, а точку их соединения подключают к общему проводу. Подбором резистора R2 устанавливают ток покоя транзистора VT2 (≈100 мА). Затем на вход усилителя подают высокочастотное напряжение. В нормально работающем предварительном усилителе при входном напряжении 220 мВ ограничение сигнала в коллекторной цепи транзистора VT2 должно наступать на уровне 9 В, а амплитуда сигнала на каждом из выводов вторичной обмотки трансформатора T1 (по отношению к общему проводу) должна быть около 1,1 В.

Затем эмиттер транзистора VT3 соединяют с общим проводом через резистор сопротивлением 17 Ом и подстроечным резистором R6 устанавливают на выходе стабилизатора напряжение 0,75 В. Восстановив цепи выходного каскада и подключив эквивалент нагрузки (резистор сопротивлением 50 Ом и мощностью рассеивания 5 Вт), включают питание и тем же резистором R6 устанавливают суммарный ток покоя транзисторов VT4, VT5, равный 40 мА.

Ограничение выходного напряжения должно наступать на уровне 22 В, а потребляемый оконечным каскадом ток при этом должен быть в пределах 0,7...0,8 А.

Одним из критериев устойчивой (без самовозбуждения) работы усилителя мощности является плавное, без скачков, возрастание тока, потребляемого выходным каскадом, при увеличении возбуждающего ВЧ напряжения.

Doberenz W. Eine einfache 10-W-QRP-Endstufe für Kurzwelle.— Funkamateur, 1984, № 2, S. 89—91.

Примечание редакции. Транзисторы SF137E и SF126E можно заменить соответственно на КТ312В и КТ815Б, а диоды SAY12 — на КД503А.



АВТОМАТИЧЕСКАЯ «ВАУ»-ПРИСТАВКА

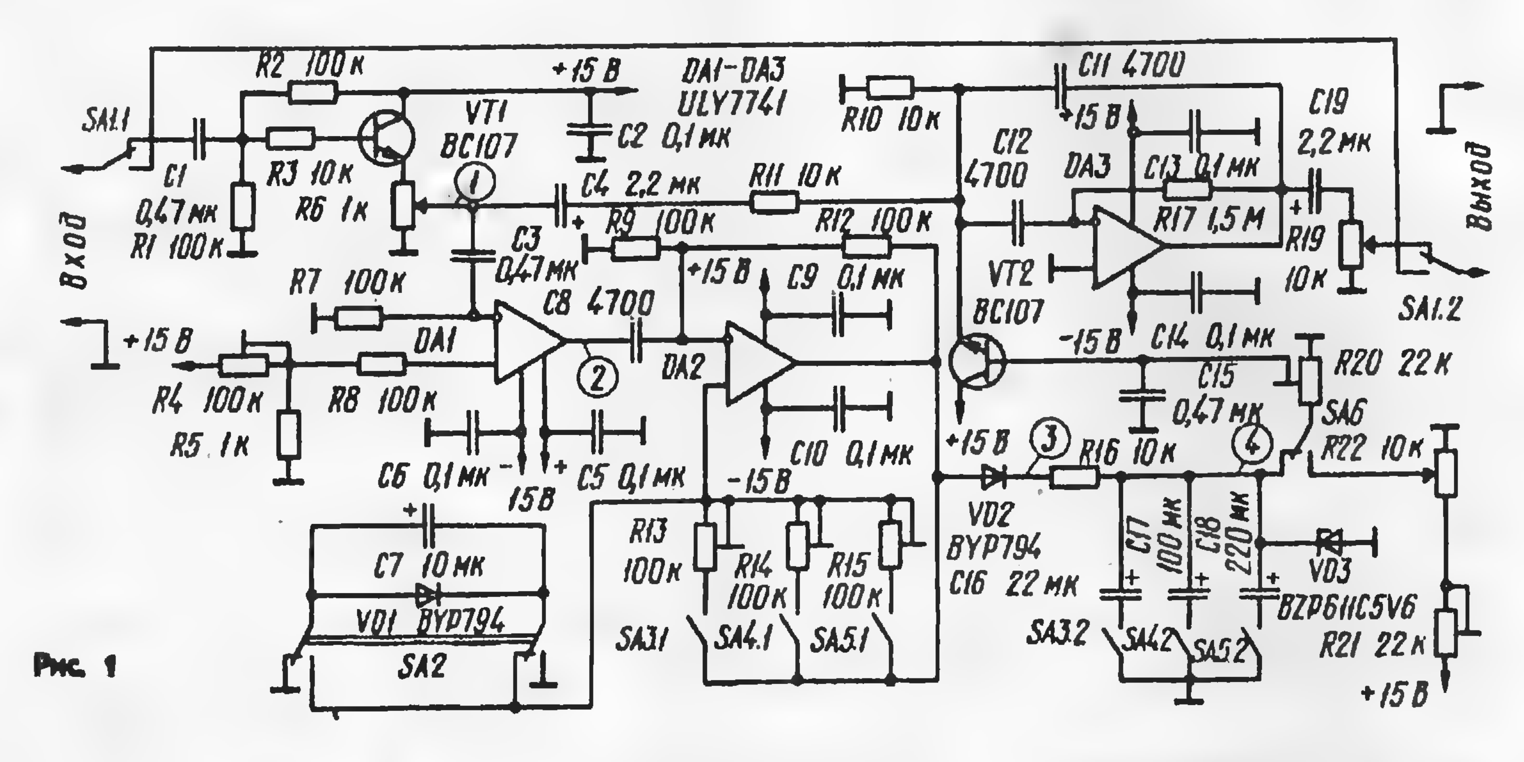


Рис. 1

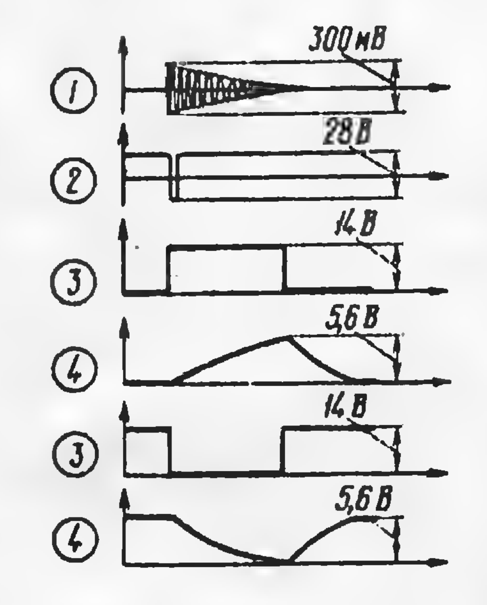


Рис. 2

Автомат, схема которого показана на рис. 1, является одним из вариантов устройства «Вау-Вау», применяемого в электромузыке для получения известного звукового эффекта.

В обычном устройстве такого рода частоту подъема частотной характеристики для подчеркивания того или иного участка спектра звукового сигнала регулируют, как правило, переменным резистором, управляемым педалью. В описываемой приставке это происходит автоматически после каждого достаточно сильного удара по струнам гитары. В зависимости от положения переключателя SA2 подъем частотной характеристики смещается либо в сторону более высоких частот и обратно, либо наоборот в сторону более низких. Приставку можно использовать и в обычном режиме, управляя педалью переменным резистором R22.

Устройство состоит из эмиттерного повторителя, выполненного на транзисторе VT1, компаратора на ОУ DA1, одновибратора на ОУ DA2 и активного управляемого напряжением узкополосного фильтра на ОУ DA3 и транзисторе VT2.

При работе с приставкой движок переменного резистора R6 устанавливают в такое положение, чтобы при определенной силе удара по струнам амплитуда сигнала на выходе эмиттерного повторителя равнялась 150 мВ. Именно на такой (и, естественно, больший) уровень реагирует компаратор DA1. Резкий спад его выходного напряжения запускает одновибратор (DA2), на выходе которого включен формирователь напряжения (R16, C16—C18), управляющего активным фильтром. Максимальное напряжение на конденсаторах C16—C18 ограничивает стабилитрон VD3. Необходимую длительность выходного импульса одновибратора подбирают подстроечными резисторами R13—R15.

В качестве управляемого резистора фильтра использовано сопротивление эмиттерного перехода транзистора VT2, сопротивление которого изменяется под действием напряжения, приложенного к его эмиттерному переходу. Коэффициент передачи фильтра на квазирезонансной частоте — 28 дБ.

Выходное напряжение регулируют переменным резистором R19.

Форма напряжения в различных точках устройства показана для обоих положений переключателя SA2 на рис. 2.

Налаживают устройство с помощью осциллографа и авометра. Сначала на неинвертирующем входе компаратора подстроечным резистором R4 устанавливают напряжение 150 мВ. Далее, подключая по очереди подстроечные резисторы R13, R14, R15 и извлекая звук на гитаре, подбирают их сопротивления такими, чтобы форма напряжения в точке 4 имела вид, показанный на временной диаграмме (рис. 2). Затем при напряжении в точке 4, равном 5,6 В, подстроечным резистором R20 устанавливают максимальную необходимую частоту настройки управляемого фильтра.

Последнее, что необходимо сделать,— установить резистором R21 напряжение 5,6 В на нижнем (по схеме) выводе резистора R22.

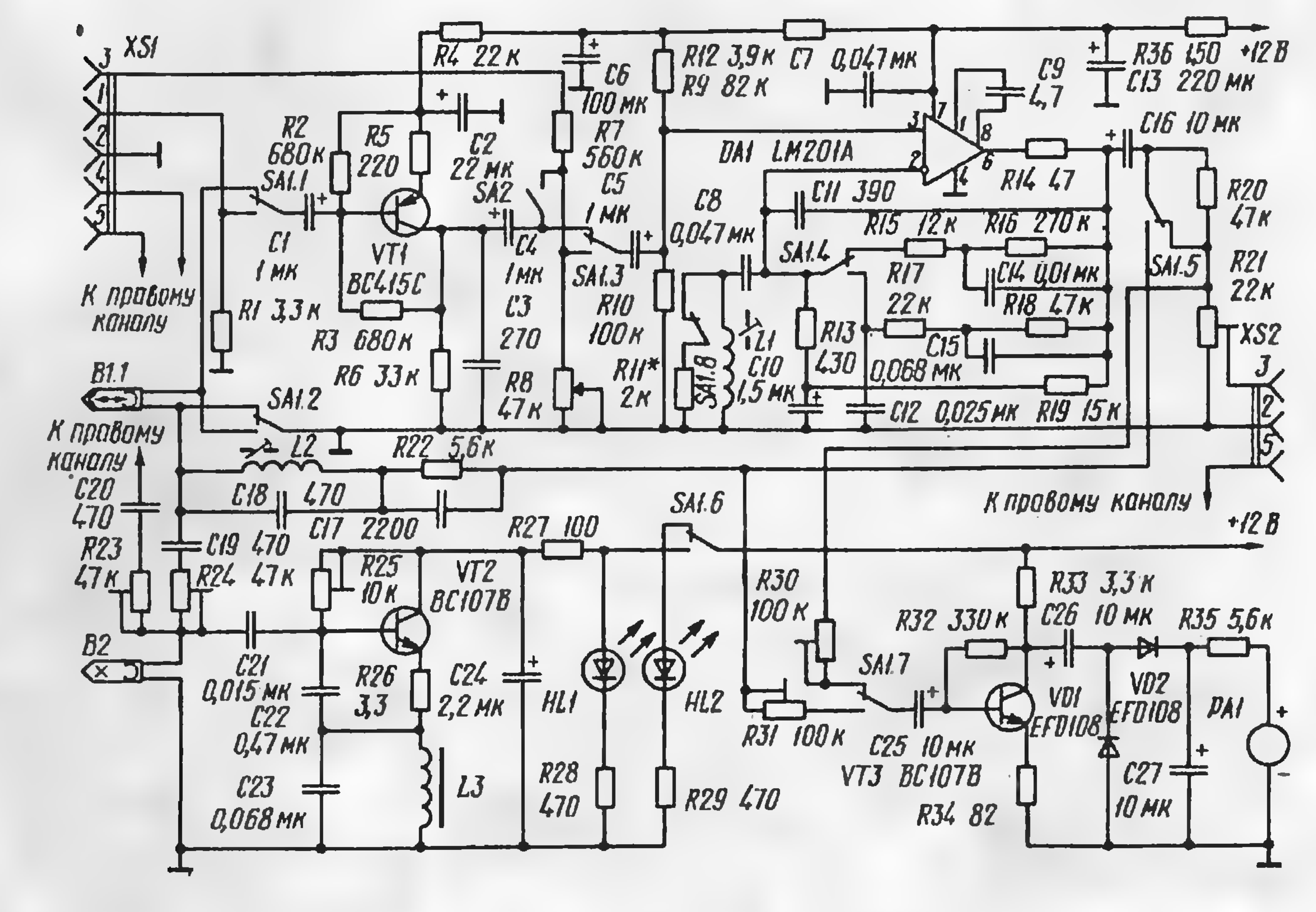
Wodzinowski G. Gitarowy "auto-who".— Radioelektronik, 1984, № 5, str. 14.

Примечание редакции. При повторении устройства можно использовать отечественные транзисторы серий КТ3102, КТ315 (VT1, VT2), ОУ К140УД7 (DA1, DA2, DA3), диоды серии КД503 (VD1, VD2) и стабилитрон КС156А (VD3).

ПРОСТОЙ КАССЕТНЫЙ МАГНИТОФОН

Многие радиолюбители все свободное время отдают конструированию звукозаписывающей аппаратуры. Большинство из них широко используют при этом лентопротяжные механизмы заводского изготовления и имеющиеся в продаже запасные части и узлы от различных магнитофонов. По такому же пути пошел и румынский студент Барбу Попеску: использовав максимум покупных деталей, сконструировал стереофонический кассетный магнитофон-приставку с неплохими параметрами:

Рабочий диапазон частот, Гц, при неравномерности АЧХ±3 дБ . .	40...15 000
Отношение сигнал/шум в канале записи — воспроизведения (не взвешенное), дБ, не менее . . .	47
Коэффициент гармоник, %, не более	3
Чувствительность, мВ (при входном сопротивлении, кОм), входа:	
микрофонного	0,2 (3,3)
универсального	200 (600)



С принципиальной схемой одного из каналов этого магнитофона мы и хотим Вас познакомить.

В режиме «Воспроизведение» (контакты переключателя SA1 показаны именно в этом положении) сигнал с магнитной головки B1.1 поступает на первый каскад универсального усилителя, выполненный на кремниевом малошумящем транзисторе VT1. Его режим по постоянному току ($U_{КЭ}$=1,4 В, $I_К$=150 мкА) выбран из условия минимума шумов.

Дальнейшее усиление и частотная коррекция сигнала происходит в усилителе на ОУ DA1. АЧХ на низких и средних частотах формируется соответственно цепями R16C14 (τ_2=2700 мкс) и R15C14 (τ_1=120 мкс), на высоких — последовательным колебательным контуром L1C8, настроенным на высшую частоту (15 кГц) рабочего диапазона. Для регулирования подъема АЧХ на этой частоте параллельно индуктивности L1 (для уменьшения добротности контура) включен резистор R11 (его подбирают при налаживании).

С выхода ОУ через подстроечный резистор R21 сигнал поступает на линейный выход, а через резистор R30 и контакты переключателя SA1.7 — на вход индикаторного усилителя (VT3).

Режим «Воспроизведение» индицируется светодиодом HL2 зеленого цвета свечения.

В режиме «Запись» (загорается светодиод HL1 красного цвета) транзистор VT1 усиливает сигнал микрофона, поступающий на контакт 1 входного разъема XS1. Сигналы ЭПУ или другого магнитофона подводятся к регулятору уровня записи (R8), минуя транзистор VT1, через резистор R7.

Предыскажения на высоких частотах в усилителе на ОУ DA1 формируются тем же резонансным контуром, что и при воспроизведении, но добротность контура не уменьшается. Это позволяет получить максимальный подъем АЧХ. Подключением параллельно резистору R13 конденсатора C12 создается небольшой подъем АЧХ и на средних частотах, положительно сказывающийся на частотной характеристике магнитофона. Подъем в области низших частот, создаваемый цепью R17C15R18, выравнивает АЧХ на этих частотах в канале записи — воспроизведения.

С выхода усилителя через резистор R31 сигнал записи поступает на индикаторный усилитель, а через токостабилизирующую цепь R22C17 и фильтр-пробку L2C18 подводится к универсальной головке B1.1. Сюда же поступает (через резистор R24 и конденсатор C19) и высокочастотное напряжение, вырабатываемое генератором стирания и подмагничивания на транзисторе VT3.

Popescu B. Stereo deck.— Tehnium, 1984, № 9, pag. 12, 13.

Примечание редакции. При повторении магнитофона можно использовать отечественные транзисторы КТ3107Л (VT1), КТ3102В (VT2, VT3), выпрямительные диоды серии Д9, светодиоды серии АЛ307 (при этом желательно сопротивление резисторов R28, R29 увеличить до 1...1,5 кОм), операционные усилители К553УД2, К551УД1А с соответствующими цепями коррекции. Индуктивность катушек L1 — 2,7 мГн, L2 — 6 мГн, L3 — 1...1,5 мГн.

Налаживают магнитофон по любой из известных методик, неоднократно описанных на страницах радиолюбительских изданий.



НА ВОПРОСЫ ЧИТАТЕЛЕЙ ОТВЕЧАЮТ АВТОРЫ СТАТЕЙ:

В. КЛЕЦОВ, Н. СУХОВ

В. Клецов. Усилитель НЧ с малыми искажениями.— Радио, 1983, № 7, с. 51.

Чертеж печатной платы блока питания

Схемв блока питания была опубликованв в журнале «Радио», 1984, № 2, с. 63. По многочисленным просьбам читателей мы публикуем чертеж печатной платы этого блока. На рис. 1 приведена лишь наиболее сложная часть платы. Радиолюбителям, наверное, не составит особого труда самостоятельно разработать ту часть печатной платы, на которой размещаются конденсаторы C1—C4 и диоды V1—V8. Штриховой линией на чертеже монтажной платы показаны места, по которым всю плату удобно разделить на части.

Если выпрямитель, емкостной фильтр, устройства защиты, двуполярный стабилизатор и выходной емкостной фильтр собрать на отдельных печатных платах, то источник питания будет удобно разместить в одном корпусе с усилителем.

Печатную плату можно изготовить из любого диэлектрика толщиной 1,5...2 мм, фольгированного с одной стороны. На плате размещены все детали, кроме транзисторов T14, T15 и терморезистора RK1.

Н. Сухов. Схемотехника японских кассетных магнитофонов.— Радио, 1984, № 12, с. 46.

Какие отечественные полупроводниковые приборы можно использовать в схемах японских магнитофонов?

Ниже перечислены типы отечественных полупроводниковых приборов, которые можно применить в схемах японских магнитофонов (если буквенный индекс не указан, можно использовать элемент с любым индексом).

В схеме УВ магнитофона TC—K75 «Сони» (рис. 1): VT1 — KT3107 Ж, Л; VT2 — KT3102, KT373, KT342; VT3 — KT3107;

140 130 5 5 205 215

К „−" С3,С4 К „−" С1,С2; „+" С3,С4 К „+" С1,С2

ВНИМАНИЮ ЧИТАТЕЛЕЙ

КОНТРОЛЬНЫЕ ЛЕНТЫ ДЛЯ РЕГУЛИРОВКИ ЛЮБИТЕЛЬСКИХ МАГНИТОФОНОВ

Начиная с III квартала 1985 г. намечается выпуск контрольных лент 8ЛМКР4 для регулировки любительских катушечных стереофонических магнитофонов.

На ленте типа А4411-6Б (длиной 270 м) на скоростях 19,05 и 9,53 см/с с дикторским пояснительным текстом записаны сигналы для проверки следующих параметров магнитофона:

— средней скорости ленты и коэффициента детонации;
— угла наклона рабочего зазора воспроизводящей (универсальной) головки;
— усиления каналов воспроизведения;
— амплитудно-частотных характеристик каналов воспроизведения.

Подробное описание работы с лентой приведено в прилагаемом к ней паспорте.

Предполагается, что продажа контрольных лент будет производиться наложенным платежом через Центральную базу Росносылторга по предварительным заявкам покупателей (кроме московских).

Ориентировочная розничная цена 7 руб. 51 коп.

Для определения объема производства предварительные заявки следует направлять по адресу: 111126, г. Москва, ул. Авиамоторная, 50, Центральная база Росносылторга.

4 — КТ315, КТ312, КТ342, Т373.

В схеме УВ магнитофона 670 ZX «Накамичи» ис. 2): VT1 — КТ3107Л; 2 — КТ3107; VT3 — КТ3102, 342, КТ373.

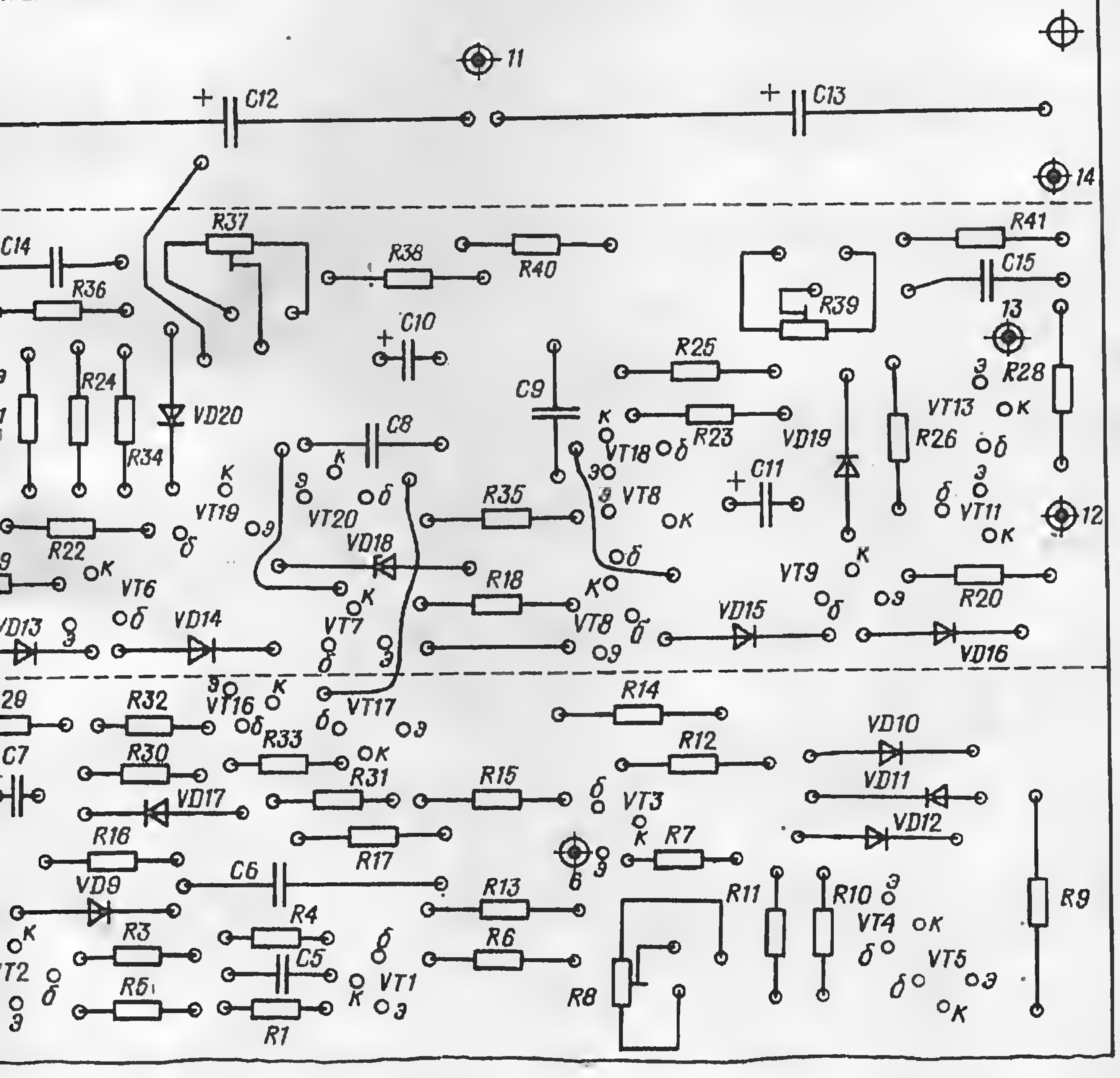
В схеме УВ магнитофона D — F80 «Айва» (рис. 3): 1 — КТ3102 Е, Д; VT2 — 1303, КП307; VT3, VT5 — Т3102, КТ342, КТ373; VT4 — 315, КТ312, КТ342, КТ373.

В схеме УЗ магнитофона ·670 ZX «Накамичи» ис. 4): VT1, VT2 — КТ315, Т342, КТ373, КТ312; DA1 — 57УД2; VD1, VD2 — КД522, Д521, КД503.

В схеме УЗ магнитофона D — F80 «Айва» (рис. 5): Т1 — КТ315, КТ312, КТ342, Т373; VT2, VT3, VT4 — КТ3102, Т342, КТ373.

В схеме индикатора уровни агнитофона N — 670 ZX «Накамичи» (рис. 6): VT1, VT2 — Т315, КТ312, КТ342; VD1 — КД522, КД521, КД503; VD2 — КС133А.

В схеме ГСП магнитофона AD — F80 «Айва» (рис. 7): VT1 — КТ315, КТ312; VT2 — КТ503; VT3, VT4 — КТ3102, КТ342, КТ373.



В схеме электронного коммутатора магнитофона KD — A5 «Джи-Ви-Си» (рис. 8): VT1, VT2, VT4, VT5 — КТ3102, КТ342; VT3 — КТ3107.

Рекомендуемые отечественные полупроводниковые элементы не являются точными аналогами японских, поэтому в процессе налаживания может потребоваться подстройка режимов работы транзисторов по постоянному току.

Какие отечественные магнитные головки можно использовать с описанными узлами?

С усилителем записи магнитофона N — 670 ZX «Накамичи» можно использовать ГЗ блока ЗАВ24 (от магнитофона «Вильма-102-стерео»). С остальными узлами можно использовать практически любые универсальные магнитные головки, например, ЗД24.221 (от магнитофонов «Маяк-231-стерео», «Маяк-232-стерео»), ЗД24.080, ЗД24.081 и др. Из стирающих головок можно рекомендовать ЗС12.211, ЗС124.210, ЗС12.011.

Какова чувствительность описанных конструкций?

Все описанные УВ имеют на частоте 1 кГц коэффициент усиления порядка 34 дБ. Выходное напряжение при работе с большинством магнитных головок порядка 30...50 мВ.

Усилители записи имеют чувствительность 0,3...0,5 В.

Методика налаживания описанных схем.

Методика налаживания узлов японских кассетных магнитофонов не отличается от обычной, неоднократно описанной на страницах журнала (1973, № 9, 10; 1981, № 7—8, 9) и в другой радиолюбительской литературе.

SDELOVACI TECHNIKA

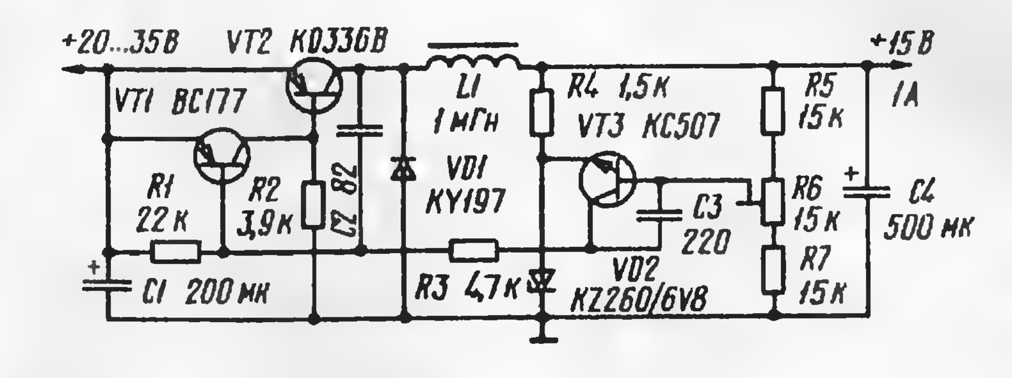
ИМПУЛЬСНЫЙ СТАБИЛИЗАТОР НАПРЯЖЕНИЯ

Благодаря высокому КПД импульсные стабилизаторы напряжения получают в последнее время все более широкое распространение, хотя они, как правило, сложнее традиционных, и содержат большее число элементов. Однако, если не предъявлять чрезмерных требований к стабильности и пульсациям выходного напряжения, то их схема может быть значительно упрощена. Так, например, стабилизатор с выходным напряжением, меньшим входного, можно собрать всего на трех транзисторах (см. рисунок), два из которых (VT1, VT2) образуют ключевой регулирующий элемент, а третий (VT3) является усилителем сигнала рассогласования.

Устройство работает в автоколебательном режиме. Напряжение положительной обратной связи с коллектора транзистора VT2 (он составной) через конденсатор C2 поступает в цепь базы транзистора VT1. Транзистор VT2 периодически открывается до насыщения током, протекающим через резистор R2. Так как коэффициент передачи тока базы этого транзистора очень большой, то он насыщается при относительно небольшом базовом токе. Это позволяет выбрать сопротивление резистора R2 довольно большим и, следовательно, увеличить коэффициент передачи регулирующего элемента. Напряжение между коллектором и эмиттером насыщенного транзистора VT1 меньше, чем напряжение открывания транзистора VT2 (в составном транзисторе, как известно, между выводами базы и эмиттера включено последовательно два p-n перехода), поэтому, когда транзистор VT1 открыт, VT2 надежно закрыт.

Элементом сравнения и усилителем сигнала рассогласования является каскад на транзисторе VT3. Его эмиттер подключен к источнику образцового напряжения — стабилитрону VD2, а база — к делителю выходного напряжения R5—R7.

В импульсных стабилизаторах регулирующий элемент работает в ключевом режиме, поэтому выходное напряжение регулируется изменением скважности работы ключа. В рассматриваемом устройстве открыванием и закрыванием транзистора VT2 по сигналу транзистора VT3 управляет транзистор VT1. В моменты, когда транзистор VT2 открыт, в дросселе L1, благодаря протеканию тока нагрузки, запасается электромагнитная энергия. После закрывания транзистора запасенная энергия через диод VD1 отдается в нагрузку. Пульсации выходного напряжения стабилизатора сглаживаются фильтром L1C4.



Несмотря на простоту, стабилизатор обладает довольно высоким КПД. Так, при входном напряжении 24 В, выходном — 15 В и токе нагрузки 1 А измеренное значение КПД было равно 84 %.

Дроссель L1 намотан на кольце K26×16×12 из феррита с магнитной проницаемостью 100 проводом диаметром 0,63 мм и содержит 100 витков. Индуктивность дросселя при токе подмагничивания 1 А — около 1 мГн. Характеристики стабилизатора во многом определяются параметрами транзистора VT2 и диода VD1, быстродействие которых должно быть максимально возможным.

Jednoduchý impulsní stabilizátor napětí.— Sdělovací technika, 1984, № 8, str. 283.

Примечание редакции. В стабилизаторе можно применить отечественные транзисторы КТ825Г (VT2), КТ313Б, КТ3107Б (VT1), КТ315Б, КТ3102Б (VT3), диод КД213 (VD1) и стабилитрон КС168А (VD2).

---

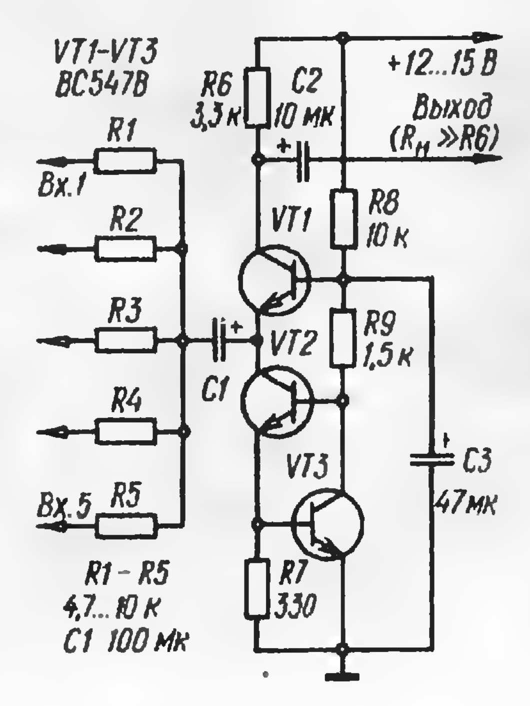
radio amater

ПРОСТОЙ СУММАТОР

Необходимость смешивания сигналов звуковой частоты от различных источников в практике звукоусиления встречается довольно часто, и задачи, которые приходится при этом решать, не так просты, как это может показаться на первый взгляд. Во-первых, необходимо обеспечить согласование каждого источника с устройством для смешения их сигналов по уровням и входным (выходным) сопротивлениям; во-вторых, исключить влияние источников друг на друга.

Наилучшим образом обе эти проблемы могут быть решены, если для суммирования сигналов использовать ОУ в инвертирующем включении. Такой усилитель обладает интересным свойством: потенциал на инвертирующем входе ОУ (точке суммирования) практически равен нулю, а следовательно, мало и входное сопротивление. В этом случае очень легко обеспечить согласование с источником: достаточно сопротивление входного резистора сумматора выбрать равным его нагрузочному сопротивлению. Практически полностью в подобном сумматоре отсутствует и взаимовлияние источников.

На рисунке приведена схема устройства работающего на таком же принципе, но построенного не на ОУ, а на транзисторе, включенном по схеме с общей базой. Его входное сопротивление, как и у инвертирующего усилителя в точке суммирования, очень низкое, поэтому и взаимовлияние источников также небольшое.



Для стабилизации режима транзистора VT1 по постоянному току в его эмиттерную цепь включен источник тока на транзисторах VT2, VT3.

Коэффициент передачи сумматора с любого входа рассчитывают по формуле $K_i = R6/R_i$, где R_i — сопротивление резистора, включенного в цепь источника сигнала (R1—R5).

Mikser u spoju sa zajedničkom bazom.— Radio-Amater, 1984, № 5, str. 137.

Примечание редакции. При повторении сумматора желательно использовать малошумящие транзисторы КТ3102Д и КТ3102Е.

ршина Авдеев (3); радисты-наблюдатели рядовые (слева направо) Яковенко,
щин, Голубев корректируют огонь своей батареи, обстреливающей фашистские
репления в районе Берлина (4); гвардейцы-связисты Панов и Ермаков тянут
нию связи через водный рубеж (5); радист старшина Федоров — участник
рсирования Одера (6).

А эта фотография, сделанная в 1944 г. (7), запечатлела дважды Героя Совет-
ого Союза А. Покрышкина на командном пункте. На фото 8 — командир
тальона старший лейтенант В. Горюнов руководит боем по радио; слева —
дист старший сержант В. Гудин.

Фотокадры справа рассказывают об участниках Радиоэкспедиции «Победа-40».
рез Москву, Ленинград, Волгоград, Курск, Хатынь и многие другие города
олегли ее маршруты. Сколько было незабываемых встреч с ветеранами —
очных, и в эфире!

Фото С. ФРИДЛЯНДА,

Е. ХАЛДЕЯ, Б. ВДОВЕНКО,
А. МОРОЗОВА, Р. КРАКОВА,
В. БОРИСОВА



3



7

8













Навстречу XXVII съезду КПСС

Аппаратура для земных станций спутниковой связи, современное оборудование для радиорелейных магистралей, техника цифрового телевидения и система многопрограммного проводного вещания для села — таков диапазон поиска коллектива НИИ Радио в одиннадцатой пятилетке.

На наших снимках.

Вверху, слева: ведущий конструктор А. Назаров проверяет блок аппаратуры «Фрегат» для автоматического управления спутниковыми каналами связи. Эта аппаратура создана на базе ЭВМ «Электроника-60» и найдет применение в международной системе связи «Интерспутник».

Вычислительная техника стала важным фактором интенсификации инженерного труда. Над этой проблемой в НИИ работает специальная лаборатория. Вверху, справа: начальник лаборатории В. Бондаренко (слева) и старший инженер С. Щукин ведут отладку электронно-речевого автоинформатора «Эра-32».

Внизу: группа разработчиков аппаратуры «Спринт», предназначенной для передачи по узкополосной линии связи телевизионного неподвижного изображения и звукового сопровождения.

Включившись в соревнование за достойную встречу XXVII съезда партии лаборатории института готовят к внедрению ряд новых своих разработок.

Фото П. Скуратова



«БЕРЕСТЬЕ-002-СТЕРЕО»

Переносная кассетная магнитола «Берестье-002-стерео» состоит из всеволнового радиовещательного радиоприемника и кассетного магнитофона. В ней установлен электронный таймер, обеспечивающий включение и выключение аппарата в заданное время, а также цифровую индикацию текущего времени. Приемник магнитолы имеет электронную настройку во всех диапазонах, бесшумную настройку в УКВ диапазоне. Предусмотрена фиксированная настройка в диапазонах ДВ, СВ (по две станции в каждом) и УКВ (четыре станции). В магнитофоне применены раздельные регуляторы уровня записываемого сигнала в каждом канале, АРУЗ, устройство шумопонижения, автостоп при окончании и обрыве ленты. Основные технические характеристики «Берестье-002-стерео» такие же, как у магнитол «Арго-002-стерео» и «Арго-004-стерео» (см. «Радио», 1984, № 5, с. 48).

«ОРФЕЙ-103-СТЕРЕО»

Электропроигрыватель «Орфей-103-стерео» может работать с любым усилительно-коммутационным устройством (на фото показан вместе с усилителем ЗЧ «Пульсар-У-001-стерео»). В нем применен сверхтихоходный электродвигатель с прямым приводом диска, имеется устройство точной подстройки частоты вращения, компенсатор скатывающей силы, регуляторы прижимной и противоскатывающей силы, микролифт, позиционно-скоростной автостоп, квазисенсорный переключатель режимов работы. В новый электропроигрыватель встроен телефонный усилитель, что позволяет прослушивать грамзаписи на головные телефоны.

ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Коэффициент детонации, %	0,15
Номинальный диапазон частот, Гц	31,5...16 000
Уровень электрического фона, дБ	—60
Габариты, мм	440×430××115
Масса, кг	8





ДУПЛЕКСНОЕ ПЕРЕГОВОРНОЕ УСТРОЙСТВО

(см. статью на с. 49)